

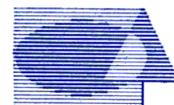


RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2017**

PARCELA 37 Ppr (SEGOVIA)

**20
17**



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

**DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL,
INNOVACIÓN Y POLÍTICA FORESTAL**

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA FORESTAL
ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICAS FORESTALES**

Clara del Rey, 22
28002 Madrid
Tel. 91 413 70 07
Fax. 91 510 20 57
correo@tecmena.com

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Situación de la parcela | 1 |
| 2. Caracterización de la parcela | 2 |
| 2.1. Climatología | 2 |
| 2.2. Geología y suelos | 2 |
| 2.3. Vegetación | 3 |
| 2.4. Caracterización forestal y dasométrica | 4 |
| 3. Estado fitosanitario de la parcela | 5 |
| 3.1. Defoliación y decoloración | 5 |
| 3.2. Daños forestales | 7 |
| 4. Instrumentación | 15 |
| 5. Deposición atmosférica | 17 |
| 5.1. pH | 19 |
| 5.2. Conductividad | 20 |
| 5.3. Potasio | 21 |
| 5.4. Calcio | 22 |
| 5.5. Magnesio | 23 |
| 5.6. Sodio | 25 |
| 5.7. Amonio | 26 |
| 5.8. Cloro | 27 |
| 5.9. Nitratos | 28 |
| 5.10. Sulfatos | 29 |
| 5.11. Interpretación de resultados | 31 |
| 6. Calidad del aire. Inmisión | 32 |
| 7. Análisis foliar | 34 |
| 7.1. Macronutrientes | 34 |
| 7.2. Micronutrientes | 36 |
| 7.3. Interpretación de resultados | 37 |
| 8. Desfronde | 38 |
| 9. Fenología | 40 |
| 10. Cintas diamétricas | 42 |
| 11. Meteorología | 43 |
| 12. Índice de Área Foliar | 45 |

INDICE DE TABLAS

| |
|--|
| TABLA 1: Características de la parcela. |
| TABLA 2: Datos meteorológicos parcela. |
| TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009 |
| TABLA 4: Características dasométricas |
| TABLA 5: Distribución de agentes dañinos en la parcela |
| TABLA 6: Distribución de síntomas y signos en la parcela |
| TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados |
| TABLA 8: Equipos de medición instalados |
| TABLA 9: Parámetros descriptores de la deposición atmosférica |
| TABLA 10: Caracterización pH |
| TABLA 11: Caracterización conductividad |
| TABLA 12: Caracterización potasio |
| TABLA 13: Caracterización calcio |
| TABLA 14: Caracterización magnesio |
| TABLA 15: Caracterización sodio |
| TABLA 16: Caracterización amonio |
| TABLA 17: Caracterización cloro |
| TABLA 18: Caracterización nitratos |
| TABLA 19: Caracterización sulfatos |
| TABLA 20: Valores de referencia inmisión atmosférica |

TABLA 21: Inmisión atmosférica

TABLA 22: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Macronutrientes

TABLA 23: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Micronutrientes

TABLA 24: Resultados medios del análisis de desfronde

TABLA 25: Resultados de la evaluación fenológica

TABLA 26: Valor medio dendrómetros

TABLA 27: Valores medios meteorológicos

TABLA 28: Parámetros de estrés meteorológico

TABLA 29: Índices de Área Foliar

INDICE DE FIGURAS

FIG 1: Posición y vistas de la parcela

FIG 2: Climodiagrama de la parcela

FIG 3: Caracterización dasométrica de la parcela

FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media

FIG 5: Tipos de defoliación

FIG 6: Daños forestales

FIG 7: Instrumentación

FIG 8: Variación temporal de pH

FIG 9: Variación temporal de conductividad

FIG 10: Variación temporal de potasio

FIG 11: Variación temporal de calcio

FIG 12: Variación temporal de magnesio

FIG 13: Variación temporal de sodio

FIG 14: Variación temporal de amonio

FIG 15: Variación temporal de cloro

FIG 16: Variación temporal de nitratos

FIG 17: Variación temporal de sulfatos

FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

FIG 19: Evolución de macronutrientes

FIG 20: Evolución de micronutrientes

FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

FIG 22: Fases fenológicas. Inicio de fase

FIG 23: Fases fenológicas

FIG 24: Crecimiento diametral anual

FIG 25: Principales variables meteorológicas

FIG 26: Índices de Área Foliar

FIG 27: Fotos hemisféricas

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el pinar de *Pinus pinaster* del sector Castellano duriense de la provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

| PARCELA | ESPECIE | PROVINCIA | T. MUNICIPAL | REPLANTEO | NIVEL |
|---------|-----------------------|-----------|--------------|------------|-------|
| 37 Ppr | <i>Pinus pinaster</i> | Segovia | Cuéllar | 25/07/1994 | III |

| LATITUD | LONGITUD | XUTM | YUTM | ALTITUD | PENDIENTE | ORIENTACIÓN | PARAJE |
|------------|------------|---------|-----------|---------|-----------|-------------|--------------|
| +41°21'00" | -04°17'00" | 392.000 | 4.579.000 | 800 | 2 | Plano | Vivero Viejo |

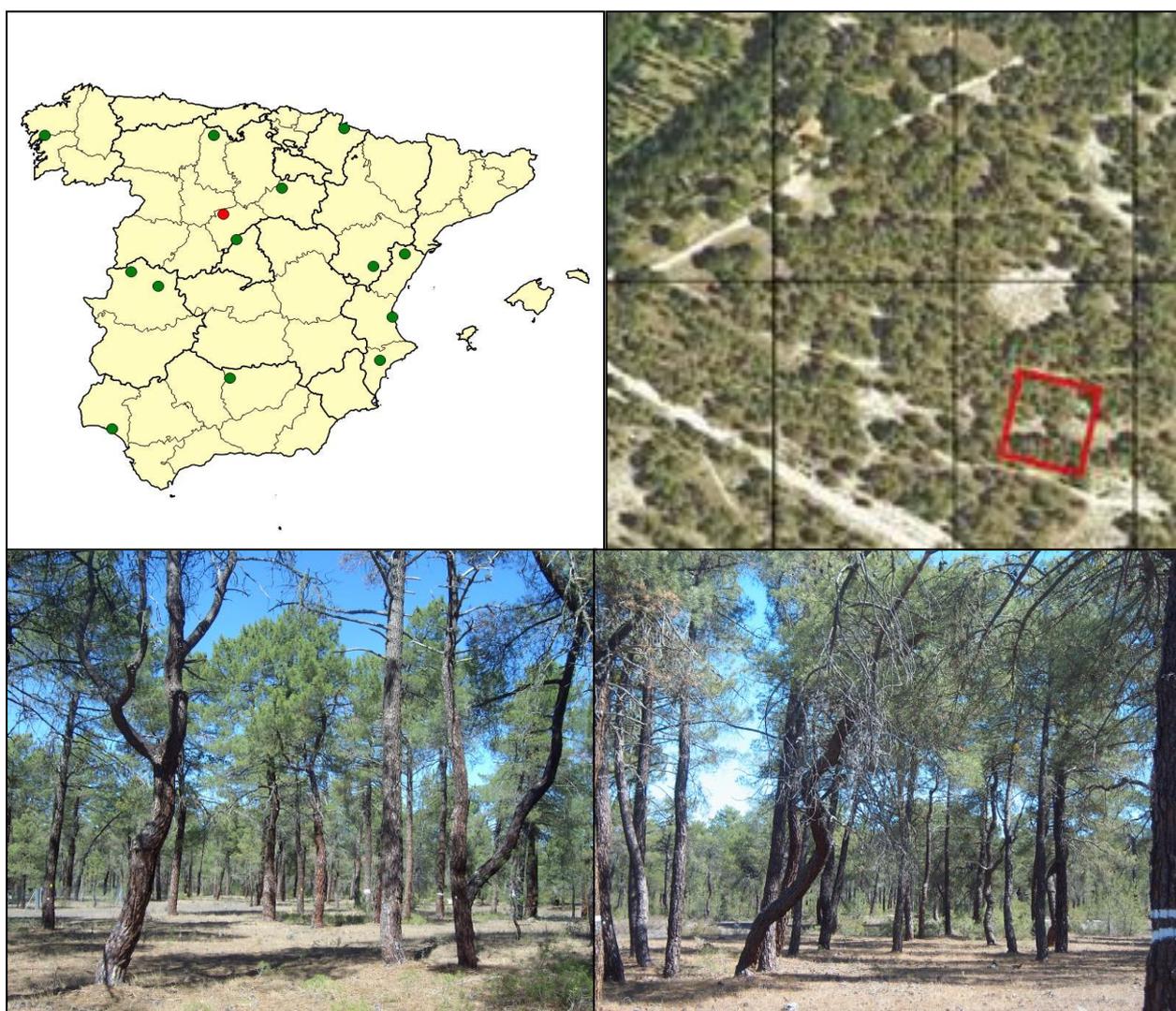


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 37Ppr.

2. Caracterización de la parcela.

2.1. Climatología.

Las principales características de la parcela se dan en la siguiente tabla:

TABLA 2: Datos meteorológicos estación ecológica (Modelos y Cartografía de Estimaciones Climáticas Termopluviométricas de la España Peninsular. Sánchez Palomares et al. Datación 1940-1990. INIA, 1999).

| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | AÑO |
|--|-------------|--------------------------------------|-----|-----|------|------|-------------|------|------|------|-----|-----|-------------|
| T(°C) | 3,4 | 4,8 | 7,5 | 9,9 | 13,8 | 18,0 | 21,4 | 20,8 | 17,6 | 12,5 | 7,0 | 3,6 | 11,7 |
| P(mm) | 41 | 35 | 39 | 39 | 45 | 39 | 18 | 13 | 34 | 38 | 41 | 38 | 421 |
| T. Media Máximas Mes más Cálido | | | | | | | 29,8 | | | | | | |
| | -0,9 | T. Media Mínimas Mes más Frío | | | | | | | | | | | |

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un VI(IV)1 *Nemoromediterráneo genuino*.

De acuerdo a la clasificación en pisos bioclimáticos, la parcela se encuentra en el *Piso Supramediterráneo*.

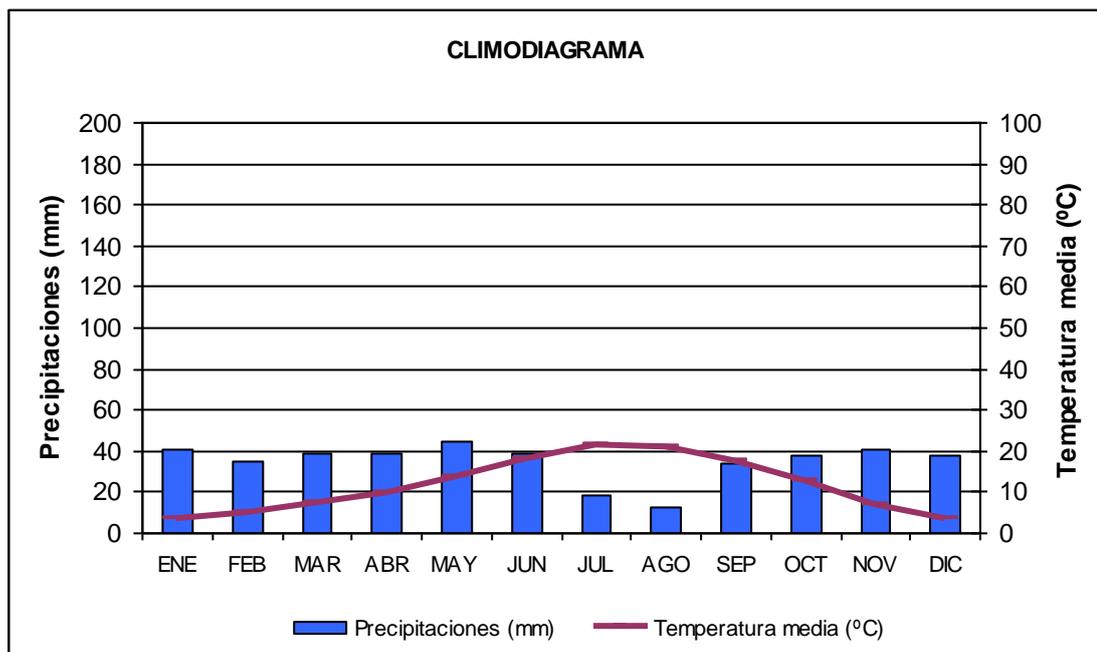


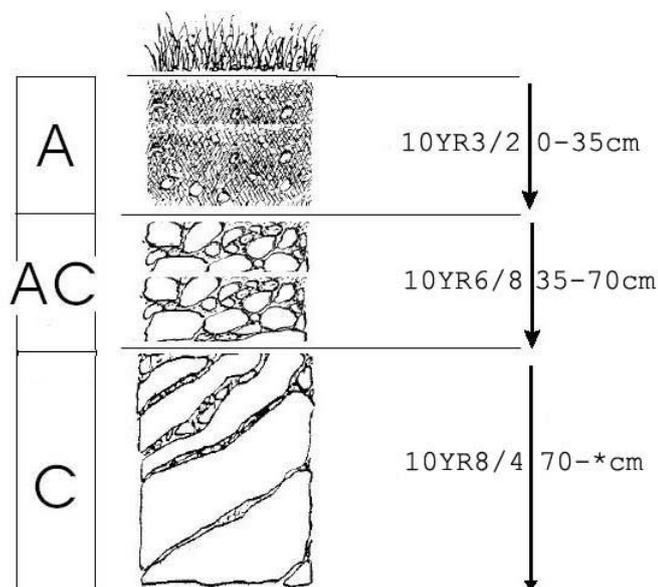
FIG 2: Climodiagrama de la parcela.

2.2. Geología y Suelos.

Litología: arenas silíceas.

Edafología: Arenosol háplico.

Suelo pobre, ya que está prácticamente constituido sólo por materiales inertes. El mayor aporte de nutrientes proviene de la descomposición de la materia orgánica; las arenas inferiores son materiales casi estériles.



| Horizonte | Espesor (cm) | Descripción |
|-----------|--------------|---|
| A | 0-35 | Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en seco; particular; muy arenoso; raíces abundantes finas y gruesas; límite difuso. |
| CA | 35-70 | Amarillo pardusco (10 YR 6/8) en seco; particular; muy arenoso; raíces escasas; límite difuso. |
| C | 70- * | Pardo muy claro (10 YR 8/4) en seco; particular; muy arenoso, arenas lavadas, aspecto de "pan rallado"; sin raíces. |

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Estrato arbóreo de *Pinus pinaster*, cubre un tercio de la superficie, estando el resto de estratos poco desarrollados, excepto el muscinal y líquénico. El matorral se concentra en el vértice oriental de la parcela, donde no hay árboles. El pasto está más o menos uniformemente distribuido.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

| | Cob | | Cob |
|---|-------------|--------------------------------------|-----|
| ESTRATO ARBÓREO | 28,0 | <i>Linaria spartea (L.) Willd.</i> | + |
| <i>Pinus pinaster Aiton</i> | 28,0 | <i>Lupinus angustifolius L.</i> | + |
| ESTRATO ARBUSTIVO | 2,5 | <i>Micropyrum tenellum (L.) Link</i> | + |
| <i>Pinus pinaster Aiton</i> | 2,0 | <i>Ornithopus compressus L.</i> | + |
| <i>Pinus pinea L.</i> | + | <i>Pinus pinaster Aiton</i> | 2,4 |
| EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO | 12,5 | <i>Pinus pinea L.</i> | + |
| <i>Anarrhinum bellidifolium (L.) Willd.</i> | + | <i>Quercus faginea Lam.</i> | + |
| <i>Andryala integrifolia L.</i> | + | <i>Rumex acetosella L.</i> | + |
| <i>Armeria sp.</i> | + | <i>Sedum amplexicaule DC.</i> | + |

| | Cob | | Cob |
|--|-----|--------------------------------------|-------------|
| <i>Campanula lusitanica</i> L. | + | <i>Senecio</i> sp. | + |
| <i>Centranthus calcitrapae</i> (L.) Dufresne | + | <i>Sesamoides</i> sp. | + |
| <i>Corynephorus canescens</i> (L.) Beauv. | + | <i>Silene colorata</i> Poiret | + |
| <i>Filago</i> sp. | + | <i>Silene portensis</i> L. | + |
| <i>Halimium umbellatum</i> (L.) Spach | + | <i>Thymus mastichina</i> L. | 1,0 |
| <i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil. | + | <i>Vicia angustifolia</i> L. | + |
| <i>Hispidella hispanica</i> Barnades ex Lam. | + | <i>Vicia lathyroides</i> L. | + |
| <i>Hypochoeris glabra</i> L. | + | <i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr. | 1,0 |
| <i>Lactuca viminea</i> (L.) J. & C. Presl | + | ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO | 15,0 |
| <i>Lathyrus angulatus</i> L. | + | <i>Cladonia foliacea</i> | 1,0 |
| <i>Lavandula stoechas</i> L. | + | <i>Cladonia furcata</i> | 14,0 |
| <i>Leucanthemopsis pulverulenta</i> (Lag.) | 1,0 | | |

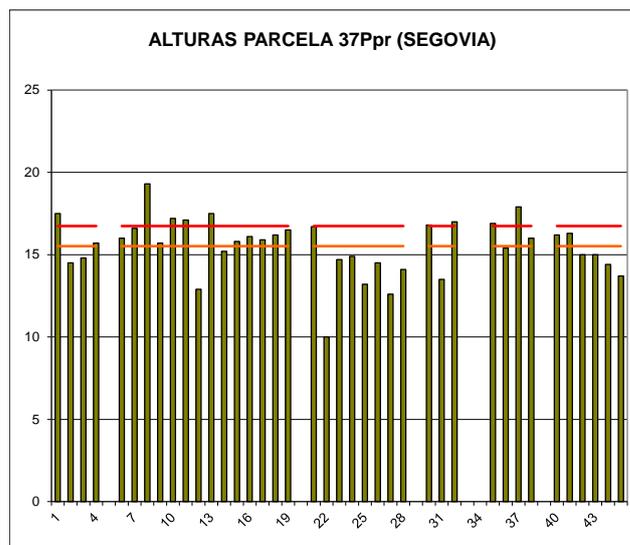
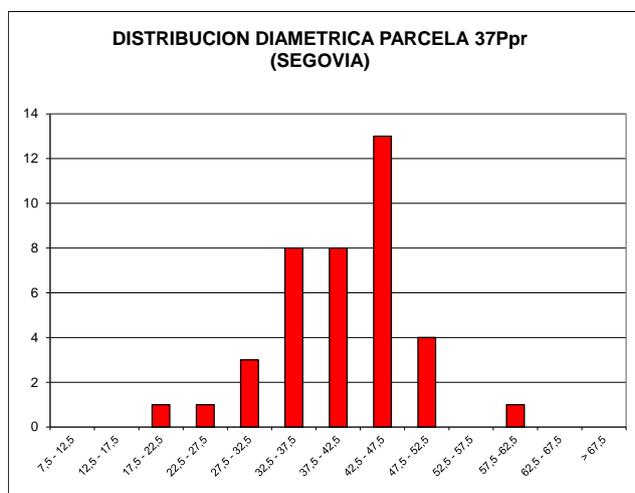
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 24 a, Serie supra-mesomediterránea guadarrámica ibérico-soriana celtibérico-alcarreña y leonesa silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*). *Junipero oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum*.

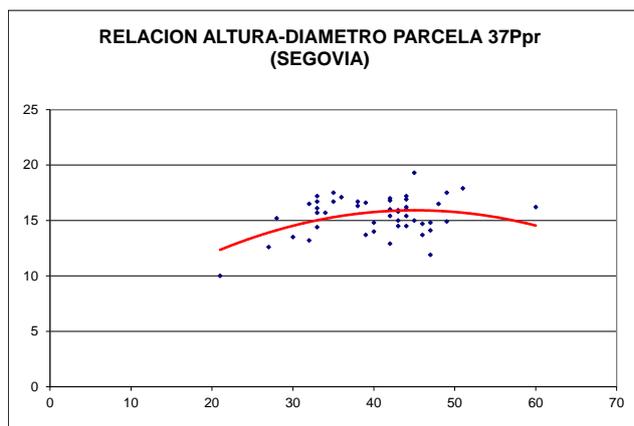
2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de *Pinus pinaster* de 41-60 años de edad, cuyas características principales se resumen a continuación:

TABLA 4: Características dasométricas. Área de la parcela, número de pies en la parcela, densidad en pies/ha, Número de pies de la especie principal, número de pies de otras especies, número de pies muertos, edad media, diámetro medio, área basimétrica, diámetro medio cuadrático, altura media, altura dominante, existencias.

| Parcela | Area ha | N par | N/ha | Sp.p | Otras | Muerto | Edad años | D med (cm) | AB m ² /ha | D m c cm | Alt m m | Alt do m | Exist m ³ cc |
|---------|---------|-------|------|------|-------|--------|-----------|------------|-----------------------|----------|---------|----------|-------------------------|
| 37 Ppr | 0,2500 | 39 | 156 | 39 | 0 | 6 | 41-60 | 38,00 | 18,35 | 38,70 | 15,52 | 16,44 | 28,99 |





| CD | N parc | N ha | h | Esb | Exist parc | Exist ha |
|--------------|-----------|------------|------|-------|--------------|---------------|
| 7,5 - 12,5 | | | | | | |
| 12,5 - 17,5 | | | | | | |
| 17,5 - 22,5 | 1 | 4 | 12,6 | 63,20 | 0,14 | 0,58 |
| 22,5 - 27,5 | 2 | 8 | 13,8 | 55,33 | 0,51 | 2,06 |
| 27,5 - 32,5 | 8 | 32 | 14,7 | 49,17 | 3,42 | 13,69 |
| 32,5 - 37,5 | 4 | 16 | 15,4 | 43,98 | 2,32 | 9,29 |
| 37,5 - 42,5 | 15 | 60 | 15,8 | 39,40 | 12,18 | 48,74 |
| 42,5 - 47,5 | 7 | 28 | 15,9 | 35,23 | 7,31 | 29,22 |
| 47,5 - 52,5 | 1 | 4 | 15,7 | 31,34 | 1,24 | 4,98 |
| 52,5 - 57,5 | | | | | | |
| 57,5 - 62,5 | 1 | 4 | 14,5 | 24,13 | 1,86 | 7,42 |
| 62,5 - 67,5 | | | | | | |
| > 62,5 | | | | | | |
| TOTAL | 39 | 156 | | | 28,99 | 115,98 |

FIG 3: Distribución diamétrica de la parcela; distribución de alturas y comparación con las alturas media y dominante; relación de alturas-diámetros; frecuencias, alturas, esbelteces y existencias por clase diamétrica.

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta un buen estado fitosanitario, con una defoliación media del 22,31% dentro por tanto de la escala de daños ligeros, categoría en la que se han calificado más del 80% de los pies evaluados, en lo que supone una mejoría con respecto al año pasado, con una disminución del parámetro de algo más de cuatro puntos porcentuales, muy próximo por tanto al umbral de cinco que supondría una variación estadísticamente significativa, de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales.

Atendiendo a la serie histórica de datos, y tras el empeoramiento del estado fitosanitario general observado en 2015, continúa recuperándose la tendencia habida durante el trienio 2012-2014 y alejándose del largo episodio de decaimiento del periodo 2006-2011, siendo los principales agentes de daño de esta masa la proliferación de muérdago, prácticamente generalizado en el arbolado, junto con un suelo de naturaleza muy arenosa, con escasa capacidad de retención de agua y aporte de nutrientes, y que podría dejar al arbolado con escasa capacidad de reacción frente a las elevadas temperaturas registradas durante el verano.

En la presente revisión, y por lo que se refiere a la decoloración —el segundo gran parámetro definitorio del estado de salud del arbolado— se ha incrementado respecto a la pasada revisión, posiblemente debido a las elevadas temperaturas registradas al comienzo del verano, afectando a uno de cada tres pies evaluados.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

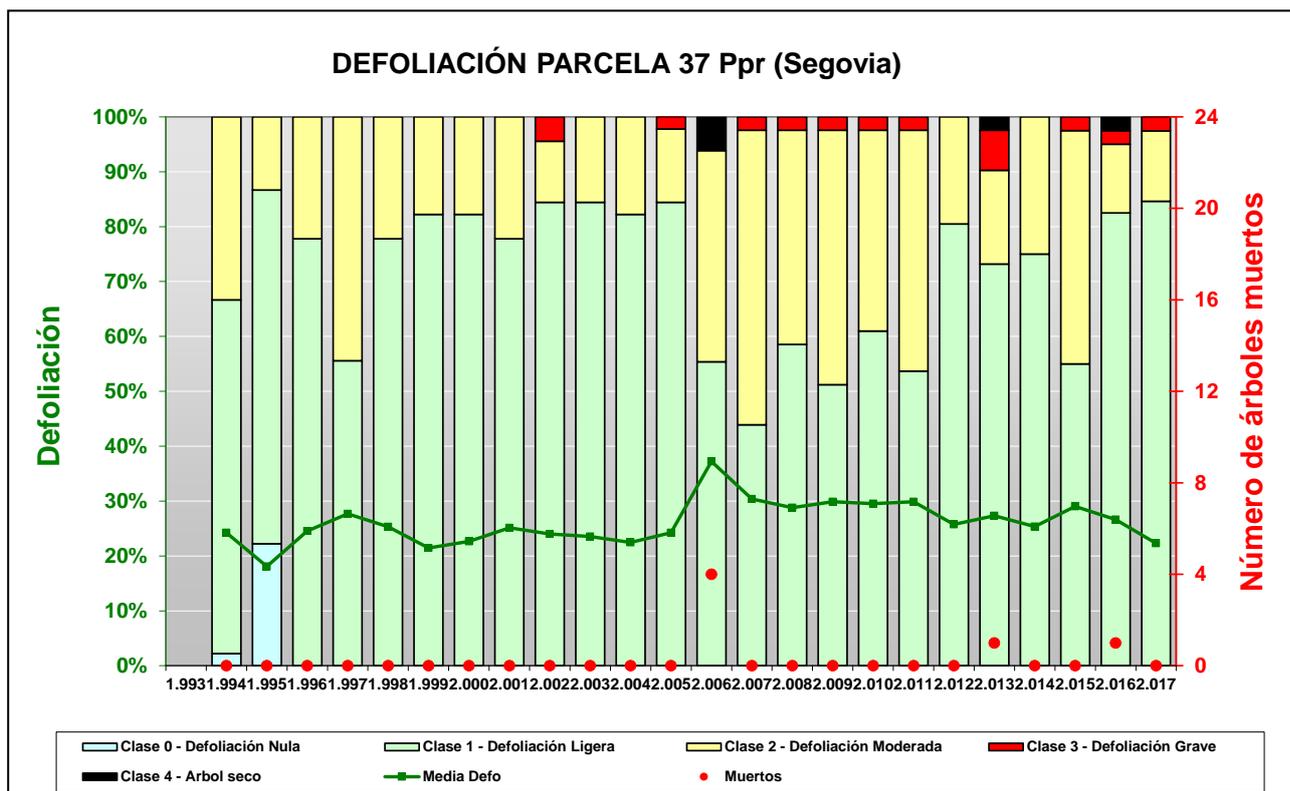


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 20%, 30% y 65%

3.2. Daños forestales.

Los principales **agentes dañinos identificados** se resumen en la siguiente tabla, indicándose el número de pies afectados, sus características dendrométricas, defoliación y decoloración asociadas y la diferencia con los valores medios de la parcela.

TABLA 5: Distribución de agentes dañinos en la parcela: pies afectados (Npar), Extensión de los daños en clases de porcentajes en grado de 1 a 7 (Extensión), pies afectados por ha (N/ha), porcentaje de pies afectados (%), defoliación y decoloración de los pies afectados por cada agente (Defo/Deco), diferencia de las defoliaciones y decoloraciones con las medias de la parcela (DifDefo y DifDeco, marcados en **rojo** si el valor de los pies afectados es superior al valor medio de la parcela y en **verde** en caso contrario), diámetro (Diam) y altura medias (Alt) de los pies afectados por cada agente y diferencias con los valores medios de la parcela (DifDiam y DifAlt).

| | N par | Extensión | N/ha | % | Defo | Deco | Dif Defo | Dif Deco | Diam | Alt | Dif Diam | Dif Alt |
|------------------------------|-----------|-------------|------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| INSECTOS | | | | | | | | | | | | |
| Defoliadores | 14 | 1,00 | 56 | 35,90 | 18,21 | 0,14 | -4,09 | -0,27 | 41,64 | 15,69 | 3,64 | 0,17 |
| <i>Brachyderes suturalis</i> | 14 | 1,00 | 56 | 35,90 | 18,21 | 0,14 | -4,09 | -0,27 | 41,64 | 15,69 | 3,64 | 0,17 |
| Acíc. antiguas | 14 | 1,00 | 56 | 35,90 | 18,21 | 0,14 | -4,09 | -0,27 | 41,64 | 15,69 | 3,64 | 0,17 |
| Perforadores | 1 | 4,00 | 4 | 2,56 | 65,00 | 2,00 | 42,69 | 1,59 | 44,00 | 14,70 | 6,00 | -0,82 |
| Tronco | 1 | 4,00 | 4 | 2,56 | 65,00 | 2,00 | 42,69 | 1,59 | 44,00 | 14,70 | 6,00 | -0,82 |
| AG.ABIÓTICOS | | | | | | | | | | | | |
| Sequía | 42 | 1,17 | 168 | 100,00 | 22,38 | 0,40 | 0,07 | -0,01 | 38,24 | 15,58 | 0,24 | 0,06 |
| Acíc. antiguas | 39 | 1,18 | 156 | 100,00 | 22,31 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 38,00 | 15,52 | 0,00 | 0,00 |
| Brotos del año | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 23,33 | 0,33 | 1,03 | -0,08 | 41,33 | 16,37 | 3,33 | 0,85 |
| Otros fact.abióticos | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 25,00 | 0,00 | 2,69 | -0,41 | 45,00 | 16,50 | 7,00 | 0,98 |
| Ramillos <2 cm | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 25,00 | 0,00 | 2,69 | -0,41 | 45,00 | 16,50 | 7,00 | 0,98 |
| ANTRÓPICOS | | | | | | | | | | | | |
| Resinación | 38 | 3,21 | 152 | 97,44 | 22,37 | 0,39 | 0,06 | -0,02 | 38,45 | 15,67 | 0,45 | 0,15 |
| Tronco | 38 | 3,21 | 152 | 97,44 | 22,37 | 0,39 | 0,06 | -0,02 | 38,45 | 15,67 | 0,45 | 0,15 |
| OTROS DAÑOS | | | | | | | | | | | | |
| <i>Viscum album</i> | 35 | 1,77 | 140 | 89,74 | 23,00 | 0,46 | 0,69 | 0,05 | 39,00 | 15,64 | 1,00 | 0,12 |
| Ramas 2-10 cm | 7 | 1,00 | 28 | 17,95 | 20,00 | 0,43 | -2,31 | 0,02 | 36,00 | 15,44 | -2,00 | -0,08 |
| Ramas >10 cm | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 18,33 | 0,33 | -3,97 | -0,08 | 39,67 | 15,97 | 1,67 | 0,45 |
| Ramas tam. variable | 9 | 1,22 | 36 | 23,08 | 19,44 | 0,33 | -2,86 | -0,08 | 41,44 | 15,03 | 3,44 | -0,49 |
| Guía principal | 5 | 2,80 | 20 | 12,82 | 42,00 | 1,20 | 19,69 | 0,79 | 39,60 | 16,60 | 1,60 | 1,08 |
| Tronco en copa | 9 | 2,67 | 36 | 23,08 | 21,67 | 0,33 | -0,64 | -0,08 | 40,11 | 15,93 | 2,11 | 0,41 |
| Tronco | 2 | 1,50 | 8 | 5,13 | 15,00 | 0,00 | -7,31 | -0,41 | 31,00 | 14,80 | -7,00 | -0,72 |
| Falta luz | 3 | 1,33 | 12 | 7,69 | 26,67 | 0,67 | 4,36 | 0,26 | 28,67 | 12,53 | -9,33 | -2,99 |
| Acíc. todas edades | 1 | 2,00 | 4 | 2,56 | 30,00 | 1,00 | 7,69 | 0,59 | 41,00 | 15,00 | 3,00 | -0,52 |
| Ramillos <2 cm | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 25,00 | 0,50 | 2,69 | 0,09 | 22,50 | 11,30 | -15,50 | -4,22 |
| Inter.físicas | 1 | 7,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 1,00 | -7,31 | 0,59 | 42,00 | 14,50 | 4,00 | -1,02 |
| Tronco | 1 | 7,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 1,00 | -7,31 | 0,59 | 42,00 | 14,50 | 4,00 | -1,02 |
| AG.DESCONOCIDO | | | | | | | | | | | | |
| Ag.desconocido | 20 | 1,15 | 80 | 51,28 | 22,25 | 0,40 | -0,06 | -0,01 | 38,65 | 15,90 | 0,65 | 0,37 |
| Acíc. antiguas | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 1,00 | -2,31 | 0,59 | 39,00 | 15,90 | 1,00 | 0,38 |
| Brotos del año | 7 | 1,14 | 28 | 17,95 | 24,29 | 0,57 | 1,98 | 0,16 | 37,71 | 14,77 | -0,29 | -0,75 |
| Ramillos <2 cm | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 20,00 | 0,33 | -2,31 | -0,08 | 32,33 | 15,67 | -5,67 | 0,15 |
| Ramas 2-10 cm | 6 | 1,17 | 24 | 15,38 | 16,67 | 0,17 | -5,64 | -0,24 | 38,17 | 16,68 | 0,17 | 1,16 |
| Ramas >10 cm | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 0,00 | -2,31 | -0,41 | 59,00 | 16,20 | 21,00 | 0,68 |
| Tronco | 2 | 1,50 | 8 | 5,13 | 37,50 | 0,50 | 15,19 | 0,09 | 42,50 | 17,65 | 4,50 | 2,13 |

La parcela se sitúa en una masa regular de pino negral en espesura defectiva con claros de gran tamaño. El regenerado está presente pero es escaso y de tamaño variable (diseminado, repoblado y monte bravo). Dada la escasa densidad de la parcela y alrededores, la mayoría de los pies evaluados formaban parte del nivel general de la masa, siendo en su mayoría pies codominantes; los árboles subdominantes son escasos y asociados a pinos jóvenes o del regenerado. Los lados de copa sombreados son igualmente escasos salvo en los rodales más densos y de pequeño tamaño que salpicaban la parcela y sus alrededores. La parcela se encuentra en estos momentos en explotación para resinación, dentro del normal aprovechamiento forestal de la zona.

Es necesario hacer constar también la naturaleza del suelo, muy arenoso, con escasa capacidad de retención de agua y con un material de base constituido por arenas, lo que puede agravar los efectos de una temporada de escasas precipitaciones, factor que contribuye a la desestabilización del arbolado. Las malas condiciones de estación se ven agravadas por la escasa capacidad del material de base del suelo para aportar nutrientes, que provienen casi exclusivamente de la descomposición de la materia orgánica del horizonte superior. Las características del año en curso: escasas precipitaciones junto con elevadas temperaturas a comienzos del verano condicionan así unas malas condiciones de habitación para el arbolado.

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados, se advierte la habitual cohorte en este tipo de pinares de la meseta norte: mordeduras y festoneados ligeros a lo largo del margen de la acícula debidos a defoliadores braquiderinos, generalmente *Brachyderes suturalis* aunque también puede intervenir *Pachyrhinus sp* sobre las hojas de mayor edad, así como escamaciones blanquecinas debidas al chupador *Leucaspis pini*, sobre todo en el nivel de regenerado. En alguno de los pies muestra se han advertido además orificios de entrada de algún perforador acompañados del típico volcán de resina alrededor debido a la acción de algún perforador, asociado a uno de los árboles de mayor defoliación, manifestando una vez más la predilección de estos insectos por los pies más debilitados.

La presente revisión, tal y como se ha mencionado anteriormente, se ha caracterizado por la sequía prolongada, cuyos efectos se amplían en un suelo tan arenoso como el de la estación, y que se manifiesta en forma de microfilia y amarilleamientos de las acículas más antiguas, en un mecanismo clásico de reducción del follaje para disminuir las pérdidas de agua por transpiración, junto con aborto de algún ramillo del año, que elongando la medida en su momento, no ha llegado a desplegar las acículas.

Desde 2011 el tramo en el que se encuentra la parcela está en explotación resinera, abriéndose caras en la parte baja de los pies, dentro de una política de recuperación de este aprovechamiento tan tradicional en las llanuras segovianas, abriéndose las caras en la parte baja de los troncos.

Al igual que en años anteriores la casi totalidad del arbolado muestra se encuentra afectado por muérdago, *Viscum album*, parásita muy frecuente en los pinares de negral de la gran llanura de la Tierra de Pinares, en una progresión sostenida que ha terminado por colonizar toda la parcela desde los primeros focos situados en su margen meridional, y que juega un papel desestabilizador bien conocido, al colonizar ramas y troncos del hospedante introduciendo sus austorios bajo la corteza y detraer agua y nutrientes necesarios para el buen desarrollo de la copa de forma que la ramificación situada sobre el punto de infestación acaba apareciendo pobremente poblada, con apenas acículas de 1-2 años y en ocasiones con una decoloración amarillenta. En condiciones de sequía se amplifican los efectos debilitadores. La fanerógama es trasladada por los pájaros que se alimentan del fruto maduro y diseminan la semilla, por lo que suele ser más frecuente en pies del piso principal de la masa y muy frecuente en copas abiertas o en candelabro, por lo que se ve favorecido en zonas de fuertes nevadas. En los árboles muestra se aprecian además deformaciones, abultamientos y descortezamientos en las ramas a causa de la fuerte colonización por la parásita. Los daños son más graves de afectar a la guía terminal, responsable en último término del desarrollo del árbol. Cabe destacar también la posible pérdida de producción de resina que puede producir al detraer recursos del árbol afectado y que podría llegar a constituir un daño de importancia económica, una vez recuperado el aprovechamiento resinero.

La densidad de la masa, reducida a 160 pies/ha, se encuentra en equilibrio con el medio y pone de manifiesto la importancia de una correcta selvicultura para el buen desarrollo del pinar en condiciones límite, como pone de manifiesto la ausencia de daños por competencia o falta de luz, tan habituales en el medio forestal.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se advierten **puntisecados** de ramillas y **tumoraciones en tronco**, siempre en una corta fracción de la población muestra y sin mayor trascendencia fitosanitaria.

El conjunto de **síntomas y signos** observados se resumen en la tabla adjunta.

TABLA 6: Distribución de síntomas y signos en la parcela: pies afectados (Npar), Extensión de los daños en clases de porcentajes en grado de 1 a 7 (Extensión), pies afectados por ha (N/ha), porcentaje de pies afectados (%), defoliación y decoloración de los pies afectados por cada agente (Defo/Deco), diferencia de las defoliaciones y decoloraciones con las medias de la parcela (DifDefo y DifDeco, marcados en **rojo** si el valor de los pies afectados es superior al valor medio de la parcela y en **verde** en caso contrario), diámetro (Diam) y altura medias (Alt) de los pies afectados por cada agente y diferencias con los valores medios de la parcela (DifDiam y DifAlt).

| | N par | Extensión | N/ha | % | Defo | Deco | Dif Defo | Dif Deco | Diam | Alt | Dif Diam | Dif Alt |
|----------------------------|-----------|-------------|------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | | | | | | |
| Acíc. antiguas | 54 | 1,13 | 216 | 100,00 | 21,20 | 0,35 | -1,10 | -0,06 | 38,96 | 15,57 | 0,96 | 0,05 |
| Comidos/perdidos | 14 | 1,00 | 56 | 35,90 | 18,21 | 0,14 | -4,09 | -0,27 | 41,64 | 15,69 | 3,64 | 0,17 |
| Muestras | 14 | 1,00 | 56 | 35,90 | 18,21 | 0,14 | -4,09 | -0,27 | 41,64 | 15,69 | 3,64 | 0,17 |
| Dec. Verde-amarillo | 22 | 1,23 | 88 | 56,41 | 21,59 | 0,50 | -0,72 | 0,09 | 37,64 | 15,27 | -0,36 | -0,25 |
| Completa | 22 | 1,23 | 88 | 56,41 | 21,59 | 0,50 | -0,72 | 0,09 | 37,64 | 15,27 | -0,36 | -0,25 |
| Microfilia | 17 | 1,12 | 68 | 43,59 | 23,24 | 0,29 | 0,93 | -0,12 | 38,47 | 15,84 | 0,47 | 0,32 |
| Deformaciones | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 1,00 | -2,31 | 0,59 | 39,00 | 15,90 | 1,00 | 0,38 |
| Rizadas | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 1,00 | -2,31 | 0,59 | 39,00 | 15,90 | 1,00 | 0,38 |
| Acíc. todas edades | 1 | 2,00 | 4 | 2,56 | 30,00 | 1,00 | 7,69 | 0,59 | 41,00 | 15,00 | 3,00 | -0,52 |
| Comidos/perdidos | 1 | 2,00 | 4 | 2,56 | 30,00 | 1,00 | 7,69 | 0,59 | 41,00 | 15,00 | 3,00 | -0,52 |
| Caída prematura | 1 | 2,00 | 4 | 2,56 | 30,00 | 1,00 | 7,69 | 0,59 | 41,00 | 15,00 | 3,00 | -0,52 |
| RAMAS/BROTOS | | | | | | | | | | | | |
| Brotos del año | 10 | 1,10 | 40 | 25,64 | 24,00 | 0,50 | 1,69 | 0,09 | 38,80 | 15,25 | 0,80 | -0,27 |
| Muerto/moribundo | 7 | 1,14 | 28 | 17,95 | 24,29 | 0,57 | 1,98 | 0,16 | 37,71 | 14,77 | -0,29 | -0,75 |
| Aborto | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 23,33 | 0,33 | 1,03 | -0,08 | 41,33 | 16,37 | 3,33 | 0,85 |
| Ramillos <2 cm | 6 | 1,00 | 24 | 15,38 | 22,50 | 0,33 | 0,19 | -0,08 | 31,17 | 14,35 | -6,83 | -1,17 |
| Rotura | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 21,67 | 0,33 | -0,64 | -0,08 | 37,00 | 15,43 | -1,00 | -0,09 |
| Muerto/moribundo | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 23,33 | 0,33 | 1,03 | -0,08 | 25,33 | 13,27 | -12,67 | -2,25 |
| Ramas 2-10 cm | 13 | 1,08 | 52 | 33,33 | 18,46 | 0,31 | -3,85 | -0,10 | 37,00 | 16,02 | -1,00 | 0,49 |
| Otros signos | 7 | 1,00 | 28 | 17,95 | 20,00 | 0,43 | -2,31 | 0,02 | 36,00 | 15,44 | -2,00 | -0,08 |
| Muerto/moribundo | 6 | 1,17 | 24 | 15,38 | 16,67 | 0,17 | -5,64 | -0,24 | 38,17 | 16,68 | 0,17 | 1,16 |
| Ramas >10 cm | 4 | 1,00 | 16 | 10,26 | 18,75 | 0,25 | -3,56 | -0,16 | 44,50 | 16,03 | 6,50 | 0,50 |
| Deformaciones | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 0,00 | -2,31 | -0,41 | 59,00 | 16,20 | 21,00 | 0,68 |
| Tumores | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 0,00 | -2,31 | -0,41 | 59,00 | 16,20 | 21,00 | 0,68 |
| Otros signos | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 18,33 | 0,33 | -3,97 | -0,08 | 39,67 | 15,97 | 1,67 | 0,45 |
| Ramas tam. variable | 9 | 1,22 | 36 | 23,08 | 19,44 | 0,33 | -2,86 | -0,08 | 41,44 | 15,03 | 3,44 | -0,49 |
| Otros signos | 9 | 1,22 | 36 | 23,08 | 19,44 | 0,33 | -2,86 | -0,08 | 41,44 | 15,03 | 3,44 | -0,49 |
| Guía principal | 5 | 2,80 | 20 | 12,82 | 42,00 | 1,20 | 19,69 | 0,79 | 39,60 | 16,60 | 1,60 | 1,08 |
| Otros signos | 3 | 2,67 | 12 | 7,69 | 30,00 | 1,00 | 7,69 | 0,59 | 36,67 | 16,33 | -1,33 | 0,81 |
| Muerto/moribundo | 2 | 3,00 | 8 | 5,13 | 60,00 | 1,50 | 37,69 | 1,09 | 44,00 | 17,00 | 6,00 | 1,48 |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | | | | | | |

| | N par | Extensión | N/ha | % | Defo | Deco | Dif Defo | Dif Deco | Diam | Alt | Dif Diam | Dif Alt |
|-----------------------|-----------|-------------|------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Tronco en copa | 9 | 2,67 | 36 | 23,08 | 21,67 | 0,33 | -0,64 | -0,08 | 40,11 | 15,93 | 2,11 | 0,41 |
| Otros signos | 9 | 2,67 | 36 | 23,08 | 21,67 | 0,33 | -0,64 | -0,08 | 40,11 | 15,93 | 2,11 | 0,41 |
| Tronco | 44 | 3,16 | 176 | 100,00 | 23,52 | 0,43 | 1,21 | 0,02 | 38,50 | 15,67 | 0,50 | 0,15 |
| Deformaciones | 2 | 1,50 | 8 | 5,13 | 37,50 | 0,50 | 15,19 | 0,09 | 42,50 | 17,65 | 4,50 | 2,13 |
| Tumores | 2 | 1,50 | 8 | 5,13 | 37,50 | 0,50 | 15,19 | 0,09 | 42,50 | 17,65 | 4,50 | 2,13 |
| Signos insectos | 1 | 4,00 | 4 | 2,56 | 65,00 | 2,00 | 42,69 | 1,59 | 44,00 | 14,70 | 6,00 | -0,82 |
| Perforaciones, serrín | 1 | 4,00 | 4 | 2,56 | 65,00 | 2,00 | 42,69 | 1,59 | 44,00 | 14,70 | 6,00 | -0,82 |
| Otros signos | 2 | 1,50 | 8 | 5,13 | 15,00 | 0,00 | -7,31 | -0,41 | 31,00 | 14,80 | -7,00 | -0,72 |
| Heridas | 38 | 3,21 | 152 | 97,44 | 22,37 | 0,39 | 0,06 | -0,02 | 38,45 | 15,67 | 0,45 | 0,15 |
| Descortezamientos | 38 | 3,21 | 152 | 97,44 | 22,37 | 0,39 | 0,06 | -0,02 | 38,45 | 15,67 | 0,45 | 0,15 |
| Inclinado | 1 | 7,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 1,00 | -7,31 | 0,59 | 42,00 | 14,50 | 4,00 | -1,02 |

Por último, se presenta a continuación la relación entre agentes dañinos identificados y los distintos síntomas observados.

TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados.

| | N par | Defoliadores | | Perforadores | | Sequía | | Otros fact.abióticos | | Resinación | |
|----------------------------|-----------|--------------|---------------|--------------|---|-----------|--------------|----------------------|---------------|------------|---|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | | | | | |
| Acíc. antiguas | 54 | 14 | 100,00 | | | 39 | 92,86 | | | | |
| Comidos/perdidos | 14 | 14 | 100,00 | | | | | | | | |
| Muestras | 14 | 14 | 100,00 | | | | | | | | |
| Dec. Verde-amarillo | 22 | | | | | 22 | 52,38 | | | | |
| Completa | 22 | | | | | 22 | 52,38 | | | | |
| Microfilia | 17 | | | | | 17 | 40,48 | | | | |
| Deformaciones | 1 | | | | | | | | | | |
| Rizadas | 1 | | | | | | | | | | |
| Acíc. todas edades | 1 | | | | | | | | | | |
| Comidos/perdidos | 1 | | | | | | | | | | |
| Caída prematura | 1 | | | | | | | | | | |
| RAMAS/BROTOS | | | | | | | | | | | |
| Brotos del año | 10 | | | | | 3 | 7,14 | | | | |
| Muerto/moribundo | 7 | | | | | | | | | | |
| Aborto | 3 | | | | | 3 | 7,14 | | | | |
| Ramillos <2 cm | 6 | | | | | | | 1 | 100,00 | | |
| Rotura | 3 | | | | | | | 1 | 100,00 | | |
| Muerto/moribundo | 3 | | | | | | | | | | |
| Ramas 2-10 cm | 13 | | | | | | | | | | |
| Otros signos | 7 | | | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 6 | | | | | | | | | | |
| Ramas >10 cm | 4 | | | | | | | | | | |
| Deformaciones | 1 | | | | | | | | | | |
| Tumores | 1 | | | | | | | | | | |
| Otros signos | 3 | | | | | | | | | | |
| Ramas tam. variable | 9 | | | | | | | | | | |
| Otros signos | 9 | | | | | | | | | | |
| Guía principal | 5 | | | | | | | | | | |

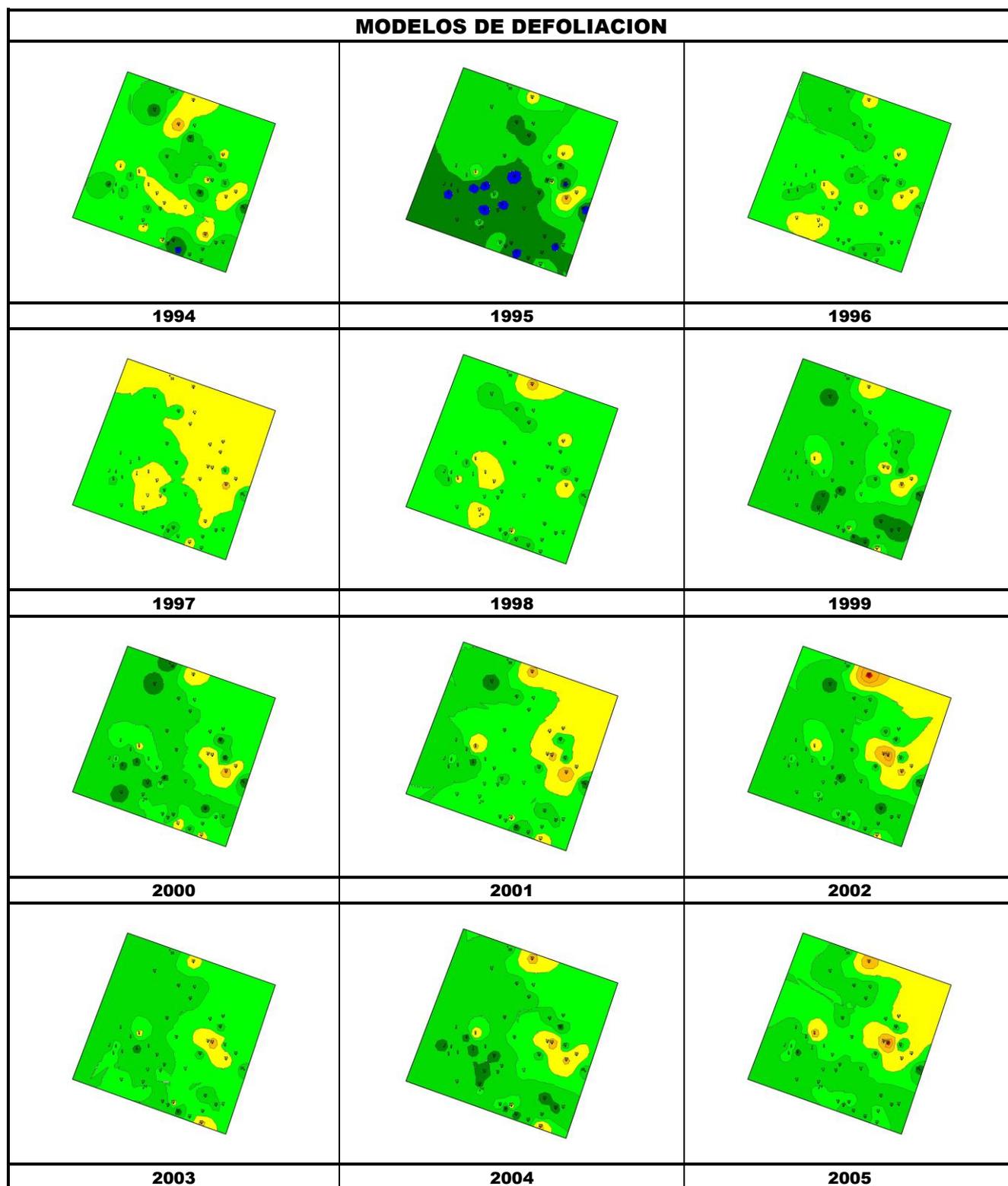
| | N par | Defoliadores | | Perforadores | | Sequía | | Otros fact.abióticos | | Resinación | |
|-----------------------|-----------|--------------|---|--------------|---------------|--------|---|----------------------|---|------------|---------------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Otros signos | 3 | | | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 2 | | | | | | | | | | |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | | | | | |
| Tronco en copa | 9 | | | | | | | | | | |
| Otros signos | 9 | | | | | | | | | | |
| Tronco | 44 | | | 1 | 100,00 | | | | | 38 | 100,00 |
| Deformaciones | 2 | | | | | | | | | | |
| Tumores | 2 | | | | | | | | | | |
| Signos insectos | 1 | | | 1 | 100,00 | | | | | | |
| Perforaciones,serrín | 1 | | | 1 | 100,00 | | | | | | |
| Otros signos | 2 | | | | | | | | | | |
| Heridas | 38 | | | | | | | | | 38 | 100,00 |
| Descortezamientos | 38 | | | | | | | | | 38 | 100,00 |
| Inclinado | 1 | | | | | | | | | | |

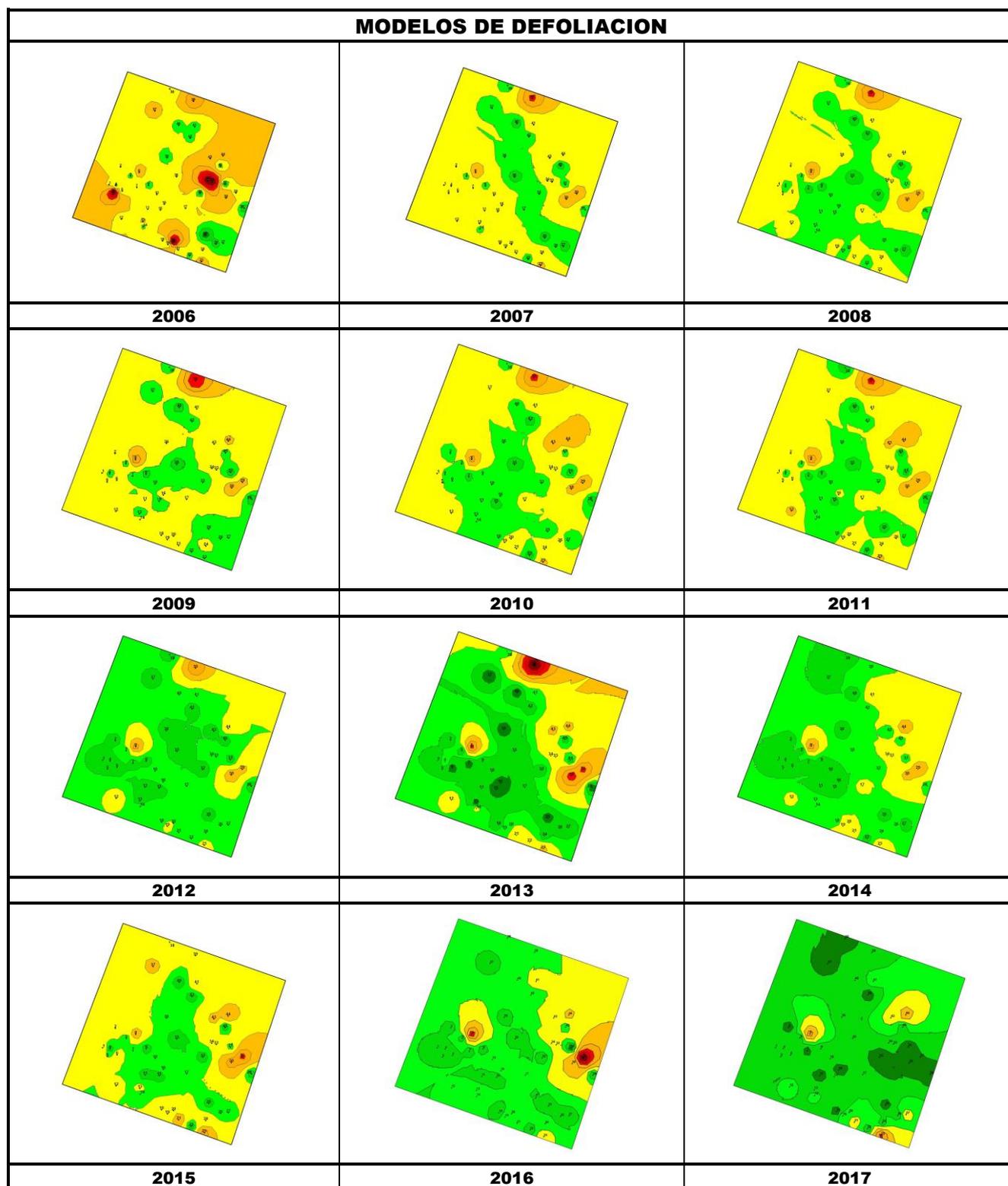
| | N par | <i>Viscum album</i> | | Falta luz | | Inter.físicas | | Ag.desconocido | |
|----------------------------|-----------|---------------------|--------------|-----------|--------------|---------------|---|----------------|--------------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % |
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | | | |
| Acíc. antiguas | 54 | | | | | | | 1 | 5,00 |
| Comidos/perdidos | 14 | | | | | | | | |
| Muestras | 14 | | | | | | | | |
| Dec. Verde-amarillo | 22 | | | | | | | | |
| Completa | 22 | | | | | | | | |
| Microfilia | 17 | | | | | | | | |
| Deformaciones | 1 | | | | | | | 1 | 5,00 |
| Rizadas | 1 | | | | | | | 1 | 5,00 |
| Acíc. todas edades | 1 | | | 1 | 33,33 | | | | |
| Comidos/perdidos | 1 | | | 1 | 33,33 | | | | |
| Caída prematura | 1 | | | 1 | 33,33 | | | | |
| RAMAS/BROTOS | | | | | | | | | |
| Brotos del año | 10 | | | | | | | 7 | 35,00 |
| Muerto/moribundo | 7 | | | | | | | 7 | 35,00 |
| Aborto | 3 | | | | | | | | |
| Ramillos <2 cm | 6 | | | 2 | 66,67 | | | 3 | 15,00 |
| Rotura | 3 | | | | | | | 2 | 10,00 |
| Muerto/moribundo | 3 | | | 2 | 66,67 | | | 1 | 5,00 |
| Ramas 2-10 cm | 13 | 7 | 20,00 | | | | | 6 | 30,00 |
| Otros signos | 7 | 7 | 20,00 | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 6 | | | | | | | 6 | 30,00 |
| Ramas >10 cm | 4 | 3 | 8,57 | | | | | 1 | 5,00 |
| Deformaciones | 1 | | | | | | | 1 | 5,00 |
| Tumores | 1 | | | | | | | 1 | 5,00 |
| Otros signos | 3 | 3 | 8,57 | | | | | | |
| Ramas tam. variable | 9 | 9 | 25,71 | | | | | | |
| Otros signos | 9 | 9 | 25,71 | | | | | | |
| Guía principal | 5 | 5 | 14,29 | | | | | | |
| Otros signos | 3 | 3 | 8,57 | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 2 | 2 | 5,71 | | | | | | |

| | N par | <i>Viscum album</i> | | Falta luz | | Inter.físicas | | Ag.desconocido | |
|-----------------------|-----------|---------------------|--------------|-----------|---|---------------|---------------|----------------|--------------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | | | |
| Tronco en copa | 9 | 9 | 25,71 | | | | | | |
| Otros signos | 9 | 9 | 25,71 | | | | | | |
| Tronco | 44 | 2 | 5,71 | | | 1 | 100,00 | 2 | 10,00 |
| Deformaciones | 2 | | | | | | | 2 | 10,00 |
| Tumores | 2 | | | | | | | 2 | 10,00 |
| Signos insectos | 1 | | | | | | | | |
| Perforaciones,serrín | 1 | | | | | | | | |
| Otros signos | 2 | 2 | 5,71 | | | | | | |
| Heridas | 38 | | | | | | | | |
| Descortezamientos | 38 | | | | | | | | |
| Inclinado | 1 | | | | | 1 | 100,00 | | |



FIG 6: Daños por defoliadores braquiderinos. Daños en la copa por muérdago. Resinación.





Los dos principales parámetros para evaluar el estado de salud en masas forestales son la **defoliación** y **decoloración**

DEFOLIACION: se entiende por defoliación la pérdida de hojas/acículas que sufre un árbol en la parte de su copa evaluable, es decir, eliminando del proceso de estima la copa muerta (ramas y ramillos claramente muertos) y la parte de la copa con ramas secas por poda natural o competencia.

De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de defoliación o daño:

- ✓ **Arboles sin daño:** defoliación 0-10%
- ✓ **Ligeramente dañados:** defoliación 15-25%
- ✓ **Moderadamente dañados:** defoliación 30-60%
- ✓ **Gravemente dañados:** defoliación 65-95%
- ✓ **Arboles muertos:** defoliación 100%

DECOLORACION: se entiende por decoloración, la aparición de coloraciones anormales en la totalidad del follaje o en una parte apreciable del mismo, utilizándose en su evaluación un criterio subjetivo que implica el conocimiento del medio forestal correspondiente por parte del evaluador.

De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de decoloración:

- ✓ **Clase 0:** decoloración nula
- ✓ **Clase 1:** decoloración ligera
- ✓ **Clase 2:** decoloración moderada
- ✓ **Clase 3:** decoloración grave



4. Instrumentación.

Para el seguimiento intensivo y continuo de la parcela están instalados los siguientes equipos de medición:

TABLA 8: Equipos de medición instalados en la parcela. Periodicidad quincenal 1997-2011; Mensual desde 2012

| Variable | Equipo | Parcela Interior | Parcela Exterior | Instalación | Periodicidad |
|-------------------------|------------------------|------------------|------------------|-------------|-------------------|
| Meteorología | Torre meteorológica | | 1 | 1997 | Quincenal/Mensual |
| | Placa solar | | 1 | | |
| | Meteodata | | 1 | | |
| | Anemómetro | | 1 | | |
| | Veleta | | 1 | | |
| | Piranómetro | | 1 | | |
| | Termómetro | | 1 | | |
| | Sonda Humedad | | 1 | | |
| | Pluviómetro | | 1 | | |
| Precipitación incidente | Acumuladores | | 4 | 1997 | Quincenal/Mensual |
| | Pluviómetro | | 1 | | |
| | Captador nieve | | - | | |
| Trascolación | Acumuladores | 6 | | 1997 | Quincenal/Mensual |
| | Pluviómetro | 1 | | | |
| | Captador nieve | - | | | |
| Desfronde | Captadores desfronde | 4 | | 1999 | Quincenal/Mensual |
| Inmisión | Dosímetros pasivos | | 12 | 2000 | Quincenal/Mensual |
| Crecimiento | Dialdendro en continuo | 15 | | 1999 | Quincenal/Mensual |
| Fenología | Árboles de seguimiento | 20 | | 1998 | Quincenal/Mensual |



FIG 7: Parcela interior. Acumuladores de deposición. Captador de desfronde. Pluviómetros

5. Deposición atmosférica.

La **deposición atmosférica** es un conjunto de procesos que conducen al depósito de materiales ajenos (a través de hidrometeoros, aerosoles o movimientos de gases) sobre la superficie descubierta del suelo o sobre la superficie exterior de árboles y plantas (troncos, ramas y hojas). La deposición depende de la concentración de contaminantes en una estación y momento determinados, lo que a su vez es función de la situación y actividad de las fuentes de emisión (grandes núcleos urbanos o industrias) así como de las condiciones atmosféricas, que determinan no sólo el movimiento de los contaminantes sino la reactividad entre los mismos.

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

- ✓ **Deposición seca:** depósito directo de los contaminantes sobre la superficie del suelo, el agua y la vegetación. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas próximas a los focos de emisión.
- ✓ **Deposición húmeda:** depósito arrastrado hacia el ecosistema por la lluvia o la nieve. Previa unión de los contaminantes a las nubes o gotas de precipitación. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas alejadas de los focos de emisión.
- ✓ **Deposición por nubes, niebla y oculta:** la vegetación intercepta directamente el agua y los contaminantes de las nubes, niebla, rocío y escarcha.

Para desarrollar un programa de seguimiento de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de los bosques, uno de los objetivos principales del programa, es necesario disponer de una estimación de la cantidad de contaminantes que entran periódicamente por unidad de superficie. Como sistema de medición más económico y eficaz se ha desarrollado el **método de trascolación**, empleado en todo el sistema ICP-Forests, que permite la estimación de las deposiciones total y seca, el cálculo de la deposición húmeda y la caracterización de los procesos de interacción entre los contaminantes que tienen lugar dentro del arbolado.

Para caracterizar la deposición se toman como vías de entrada al ecosistema:

- ✓ **Precipitación en campo abierto:** denominada también precipitación incidente o *bulk deposition*, que llega al suelo directamente desde el cielo, sin atravesar el dosel arbóreo y que se corresponde con la deposición húmeda
- ✓ **Precipitación bajo dosel arbóreo:** denominada también trascolación o *throughfall* en la que se recoge el agua que llega al suelo tras atravesar el follaje de la masa forestal, tras mojar la superficie de las copas e interactuar con ellas, arrastrando parte de la deposición seca previamente caída, así como la precipitación húmeda.

La toma de muestras se hace en una batería de colectores normalizados situados a campo abierto y bajo cubierta arbórea y se analizan en una serie de laboratorios de referencia convenientemente intercalibrados entre sí, a través de un exhaustivo sistema de control y aseguramiento de calidad, de forma que resulten intercomparables y coherentes entre sí los resultados obtenidos en los países integrantes del programa. Para el cálculo de la deposición hay que tener en cuenta tanto la cantidad de precipitación al ecosistema como la concentración de los diferentes solutos en la misma.

Como variables de medición de la deposición, el manual considera los siguientes parámetros:

TABLA 9: parámetros descriptores de la deposición atmosférica en los ecosistemas forestales del Programa ICP-Forests.

| Variable | Descripción | Valores de referencia RTSAP(*) |
|----------------------|--|--------------------------------|
| pH | Medida de la acidez o basicidad. Se considera lluvia ácida con valores $\leq 5,65$. | 6,5 – 9,5 |
| Conductividad | Índice de la presencia general de solutos en el agua. | $\leq 2.500 \mu\text{S/cm}$ |
| Calcio | Elementos que se encuentran en el agua de lluvia debido fundamentalmente a su origen terrígeno, al formar parte de la mayoría de los suelos, especialmente en zonas de terreno calizo. | n.d |
| Magnesio | | n.d |
| Potasio | | n.d |
| Sodio | Elementos de origen marino, dependiendo su presencia de la distancia a la línea de costa. Papel tóxico en la vegetación | 200 mg/l |
| Cloro | | 250 mg/l |
| Amonio | Procede de emisiones contaminantes a la atmósfera fundamentalmente de actividades agrícolas o ganaderas. Papel en la acidificación de los suelos. | 0,50 mg/l |
| Nitratos | Producidos por la actividad industrial, doméstica y de transporte, ligados a procesos de combustión y responsables de la acidificación de la deposición que llega a los ecosistemas forestales. Papel precursor (N) en la formación de ozono, contaminante secundario en forma de aerosol. | 50 mg/l |
| Sulfatos | | 250 mg/l |

(*)RTSAP: Reglamento Técnico-Sanitario de Aguas Potables.

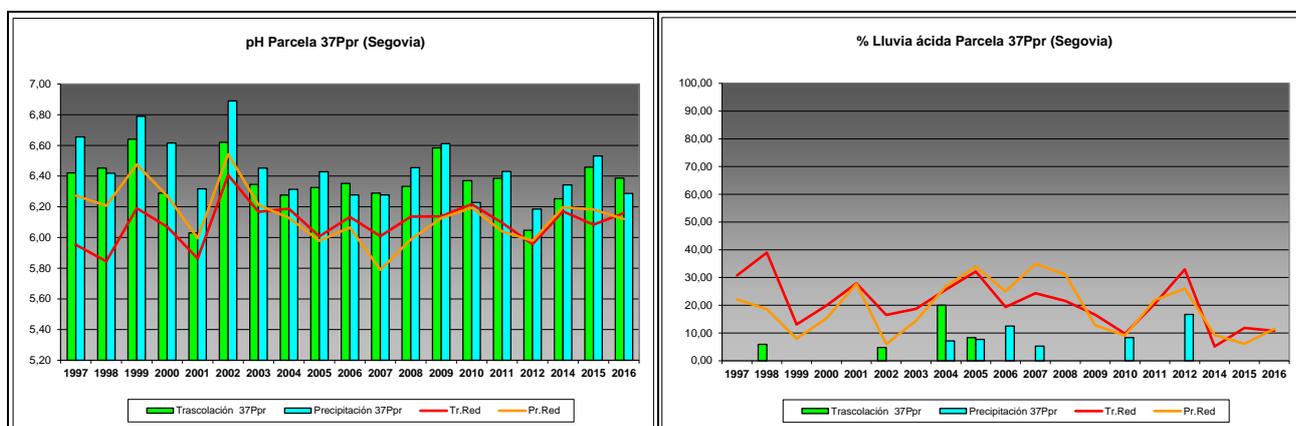
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 30Ps, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

De cada parámetro se da el comportamiento del parámetro, la diferencia existente entre trascolación (bajo cubierta arbórea) y precipitación incidente (a campo abierto), lo que da idea tanto del papel del arbolado como sumidero como de la incidencia de la deposición seca, así como la distribución por trimestres de cada deposición, con objeto de caracterizar una posible tendencia temporal en el aporte de polutentes al ecosistema.

5.1. pH.

TABLA 10: Caracterización pH. Media anual ponderada por volumen (en rojo valores anuales < 5,65), porcentaje de muestreos en los que se ha obtenido pH < 5,65 (lluvia ácida), precipitación anual y media de la Red

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
|-------|-------------------|------------------|----------------|------------------------------|------------------|----------------|-----------|-------|
| | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 1997 | 6,42 | 0,00 | 371 | 6,66 | 0,00 | 441 | 5,95 | 6,27 |
| 1998 | 6,45 | 5,88 | 298 | 6,42 | 0,00 | 367 | 5,84 | 6,21 |
| 1999 | 6,64 | 0,00 | 288 | 6,79 | 0,00 | 364 | 6,19 | 6,48 |
| 2000 | 6,29 | 0,00 | 337 | 6,62 | 0,00 | 426 | 6,07 | 6,27 |
| 2001 | 6,03 | 0,00 | 337 | 6,32 | 0,00 | 405 | 5,86 | 6,00 |
| 2002 | 6,62 | 4,76 | 326 | 6,89 | 0,00 | 423 | 6,41 | 6,54 |
| 2003 | 6,35 | 0,00 | 452 | 6,45 | 0,00 | 537 | 6,17 | 6,21 |
| 2004 | 6,28 | 20,00 | 313 | 6,31 | 7,14 | 401 | 6,19 | 6,13 |
| 2005 | 6,33 | 8,33 | 207 | 6,43 | 7,69 | 241 | 6,01 | 5,98 |
| 2006 | 6,35 | 0,00 | 398 | 6,28 | 12,50 | 504 | 6,13 | 6,07 |
| 2007 | 6,29 | 0,00 | 398 | 6,28 | 5,26 | 509 | 6,01 | 5,79 |
| 2008 | 6,33 | 0,00 | 432 | 6,45 | 0,00 | 614 | 6,14 | 5,99 |
| 2009 | 6,58 | 0,00 | 251 | 6,61 | 0,00 | 367 | 6,14 | 6,13 |
| 2010 | 6,37 | 0,00 | 489 | 6,23 | 8,33 | 617 | 6,22 | 6,19 |
| 2011 | 6,39 | 0,00 | 218 | 6,43 | 0,00 | 309 | 6,10 | 6,04 |
| 2012 | 6,05 | 0,00 | 115 | 6,18 | 16,67 | 193 | 5,96 | 5,98 |
| 2014 | 6,25 | 0,00 | 221 | 6,34 | 0,00 | 314 | 6,17 | 6,20 |
| 2015 | 6,46 | 0,00 | 176 | 6,53 | 0,00 | 304 | 6,08 | 6,18 |
| 2016 | 6,39 | 0,00 | 332 | 6,29 | 0,00 | 537 | 6,16 | 6,12 |
| Media | 6,36 | 2,05 | 314 | 6,45 | 3,03 | 414 | 6,09 | 6,15 |



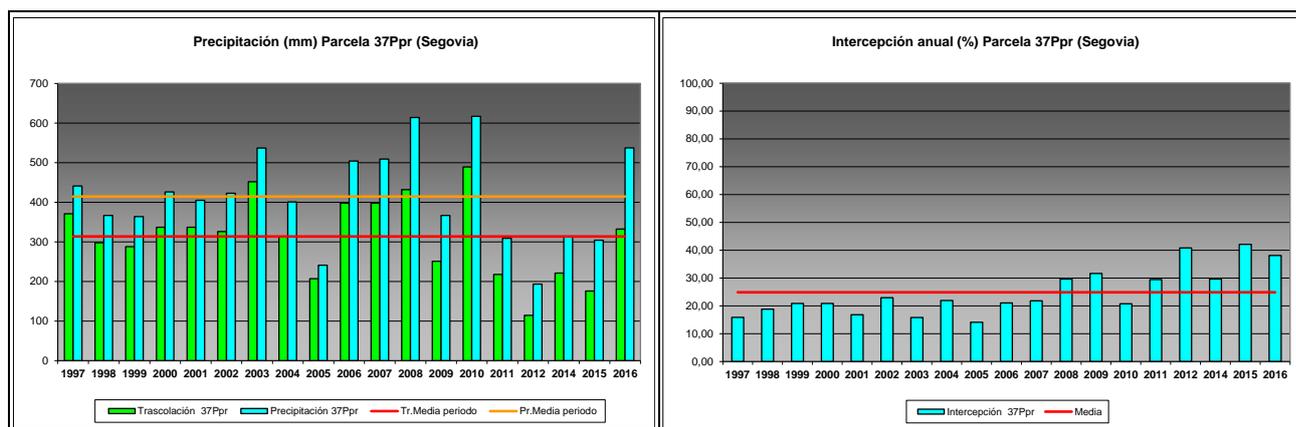


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

5.2. Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

TABLA 11: Caracterización Conductividad. Media anual ponderada por volumen, precipitación anual y media de la Red

| Año | Traslación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
|-------|-----------------|--------------------|----------------|------------------------------|--------------------|----------------|-----------|-------|
| | Media pond | Deposición (kg/ha) | Precipit. (mm) | Media pond | Deposición (kg/ha) | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 1997 | 21,71 | | 371 | 18,44 | | 441 | 25,59 | 22,11 |
| 1998 | 37,07 | | 298 | 19,88 | | 367 | 29,47 | 22,63 |
| 1999 | 38,39 | | 288 | 28,81 | | 364 | 33,24 | 19,93 |
| 2000 | 31,20 | | 337 | 25,03 | | 426 | 35,37 | 22,07 |
| 2001 | 24,20 | | 337 | 12,57 | | 405 | 28,43 | 16,06 |
| 2002 | 68,91 | | 326 | 43,07 | | 423 | 49,05 | 30,17 |
| 2003 | 34,71 | | 452 | 31,52 | | 537 | 46,47 | 25,27 |
| 2004 | 73,44 | | 313 | 54,14 | | 401 | 63,98 | 37,20 |
| 2005 | 47,00 | | 207 | 30,65 | | 241 | 65,86 | 30,61 |
| 2006 | 42,85 | | 398 | 36,40 | | 504 | 61,93 | 28,83 |
| 2007 | 42,65 | | 398 | 35,55 | | 509 | 50,03 | 28,98 |
| 2008 | 28,21 | | 432 | 14,69 | | 614 | 46,84 | 22,94 |
| 2009 | 42,24 | | 251 | 20,28 | | 367 | 49,56 | 20,18 |
| 2010 | 29,15 | | 489 | 12,46 | | 617 | 44,44 | 15,09 |
| 2011 | 53,85 | | 218 | 16,00 | | 309 | 51,52 | 19,09 |
| 2012 | 33,23 | | 115 | 10,68 | | 193 | 53,38 | 20,50 |
| 2014 | 23,25 | | 221 | 12,14 | | 314 | 27,94 | 15,23 |
| 2015 | 53,04 | | 176 | 17,33 | | 304 | 45,28 | 18,25 |
| 2016 | 38,71 | | 332 | 7,65 | | 537 | 47,39 | 15,22 |
| Media | 40,20 | | 314 | 23,54 | | 414 | 45,04 | 22,65 |

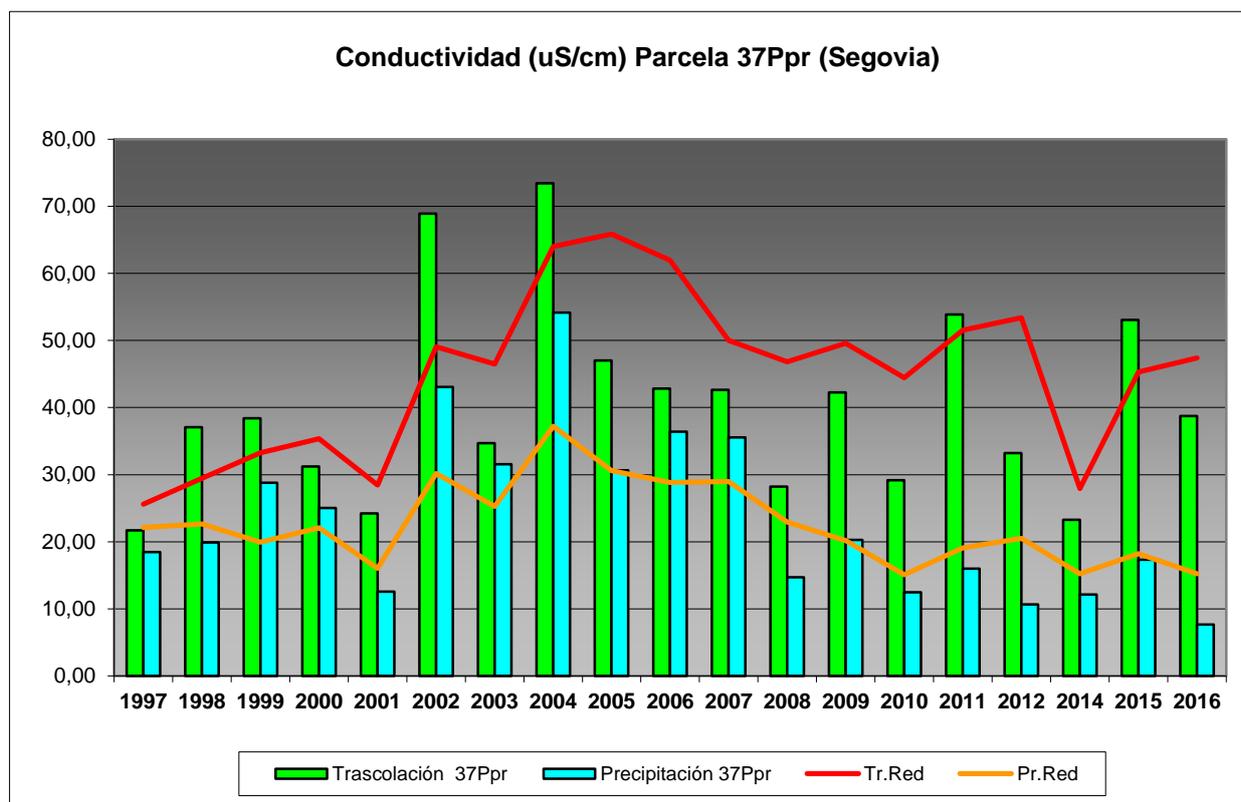


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

TABLA 12: Caracterización Potasio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

| Año | Trascolución (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 1,11 | 4,11 | 371 | 1,50 | 6,62 | 441 | -2,51 | 7,33 | 5,18 |
| 1998 | 5,38 | 16,03 | 298 | 3,37 | 12,36 | 367 | 3,67 | 19,45 | 13,28 |
| 1999 | 4,81 | 13,84 | 288 | 3,07 | 11,18 | 364 | 2,67 | 17,99 | 11,86 |
| 2000 | 2,48 | 8,36 | 337 | 2,44 | 10,38 | 426 | -2,02 | 22,33 | 15,28 |
| 2001 | 1,99 | 6,55 | 337 | 1,26 | 4,96 | 405 | 1,59 | 16,00 | 9,92 |
| 2002 | 4,75 | 15,40 | 326 | 1,11 | 4,68 | 423 | 10,72 | 19,36 | 7,73 |
| 2003 | 1,30 | 5,83 | 452 | 0,28 | 1,46 | 537 | 4,38 | 12,93 | 3,83 |
| 2004 | 3,43 | 9,20 | 313 | 1,23 | 4,19 | 401 | 5,01 | 16,14 | 4,88 |
| 2005 | 2,56 | 5,31 | 207 | 1,68 | 4,06 | 241 | 1,25 | 12,47 | 5,15 |
| 2006 | 2,63 | 8,14 | 398 | 1,82 | 9,17 | 504 | -1,03 | 19,14 | 9,86 |
| 2007 | 2,28 | 8,85 | 398 | 1,76 | 8,93 | 509 | -0,08 | 20,44 | 7,92 |
| 2008 | 1,89 | 8,15 | 432 | 0,86 | 5,26 | 614 | 2,89 | 22,97 | 6,57 |
| 2009 | 2,33 | 5,77 | 251 | 0,75 | 2,74 | 367 | 3,03 | 18,05 | 4,28 |
| 2010 | 1,59 | 7,79 | 489 | 0,30 | 1,84 | 617 | 5,96 | 21,96 | 3,59 |
| 2011 | 2,08 | 4,23 | 218 | 0,52 | 1,42 | 309 | 2,81 | 18,92 | 5,75 |
| 2012 | 0,66 | 0,75 | 115 | 0,15 | 0,29 | 193 | 0,46 | 2,99 | 0,92 |
| 2014 | 1,56 | 3,44 | 221 | 0,18 | 0,58 | 314 | 2,86 | 11,97 | 1,60 |
| 2015 | 1,55 | 2,73 | 176 | 1,53 | 4,67 | 304 | -1,94 | 18,33 | 4,20 |
| 2016 | 1,91 | 6,35 | 332 | 0,46 | 2,49 | 537 | 3,85 | 19,15 | 2,17 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| Media | 2,44 | 7,41 | 314 | 1,28 | 5,12 | 414 | 2,29 | 16,73 | 6,53 |

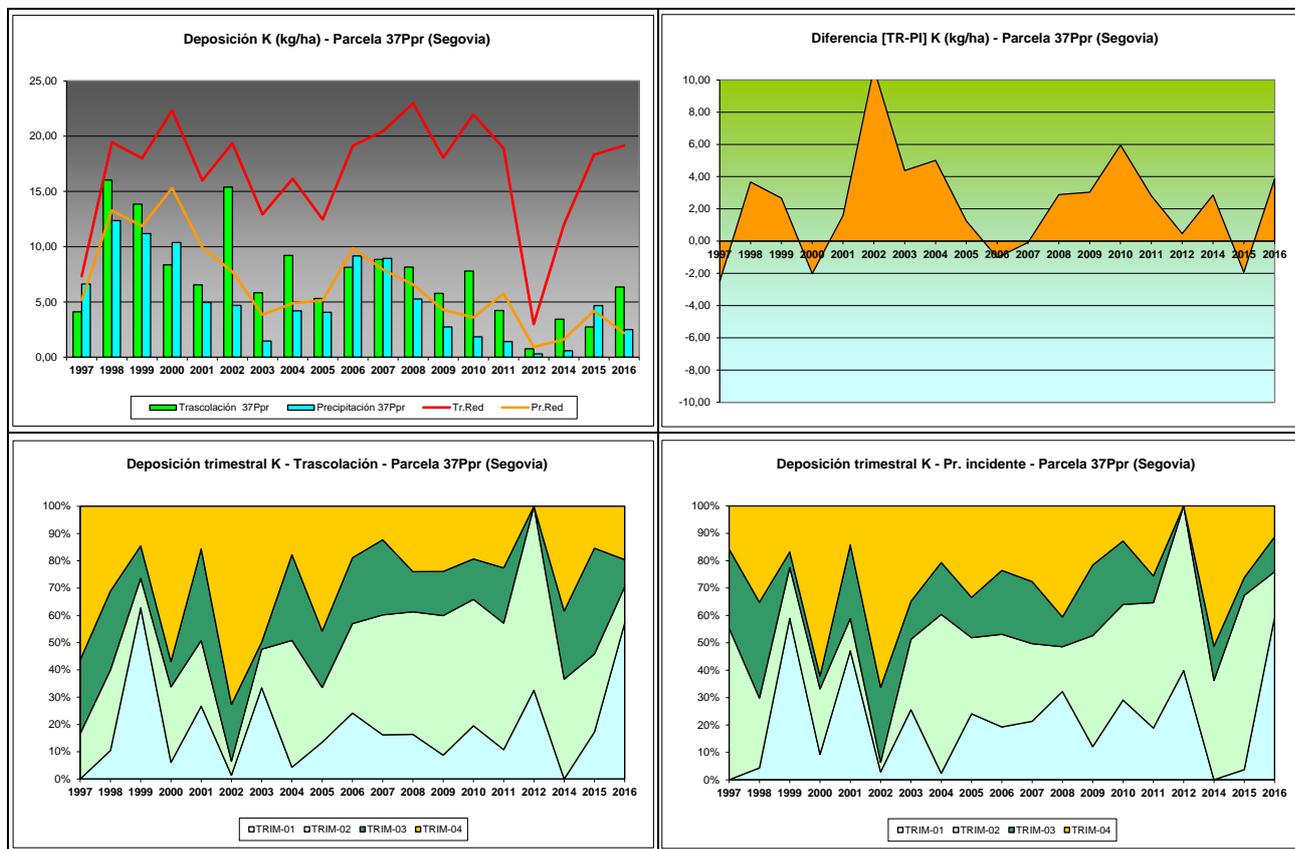


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

TABLA 13: Caracterización Calcio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 1,26 | 4,69 | 371 | 0,86 | 3,81 | 441 | 0,88 | 7,29 | 5,16 |
| 1998 | 1,21 | 3,61 | 298 | 0,72 | 2,63 | 367 | 0,97 | 6,91 | 4,05 |
| 1999 | 1,53 | 4,40 | 288 | 1,34 | 4,88 | 364 | -0,49 | 10,77 | 6,68 |
| 2000 | 1,51 | 5,08 | 337 | 0,87 | 3,70 | 426 | 1,38 | 10,94 | 7,70 |
| 2001 | 1,06 | 3,49 | 337 | 0,58 | 2,27 | 405 | 1,23 | 8,58 | 6,22 |
| 2002 | 2,05 | 6,70 | 326 | 1,73 | 7,33 | 423 | -0,63 | 12,23 | 9,40 |
| 2003 | 3,56 | 16,10 | 452 | 3,93 | 21,12 | 537 | -5,02 | 23,45 | 26,64 |
| 2004 | 6,37 | 17,06 | 313 | 6,11 | 20,84 | 401 | -3,78 | 18,95 | 20,04 |
| 2005 | 2,95 | 6,10 | 207 | 2,82 | 6,81 | 241 | -0,71 | 11,17 | 9,81 |
| 2006 | 3,12 | 9,67 | 398 | 2,83 | 14,25 | 504 | -4,58 | 17,51 | 16,49 |
| 2007 | 2,46 | 9,59 | 398 | 2,48 | 12,61 | 509 | -3,02 | 18,16 | 14,99 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2008 | 1,68 | 7,28 | 432 | 1,09 | 6,67 | 614 | 0,61 | 14,94 | 12,47 |
| 2009 | 2,12 | 5,26 | 251 | 1,67 | 6,12 | 367 | -0,85 | 10,43 | 6,81 |
| 2010 | 1,68 | 8,21 | 489 | 1,05 | 6,50 | 617 | 1,71 | 11,50 | 7,59 |
| 2011 | 2,12 | 4,31 | 218 | 1,14 | 3,10 | 309 | 1,21 | 11,32 | 6,29 |
| 2012 | 1,05 | 1,20 | 115 | 0,66 | 1,27 | 193 | -0,07 | 3,22 | 2,60 |
| 2014 | 2,01 | 4,43 | 221 | 1,05 | 3,30 | 314 | 1,14 | 8,57 | 5,86 |
| 2015 | 3,35 | 5,88 | 176 | 3,33 | 10,15 | 304 | -4,27 | 15,19 | 12,39 |
| 2016 | 1,38 | 4,58 | 332 | 1,17 | 6,29 | 537 | -1,71 | 14,34 | 8,83 |
| Media | 2,23 | 6,72 | 314 | 1,86 | 7,56 | 414 | -0,84 | 12,39 | 10,00 |

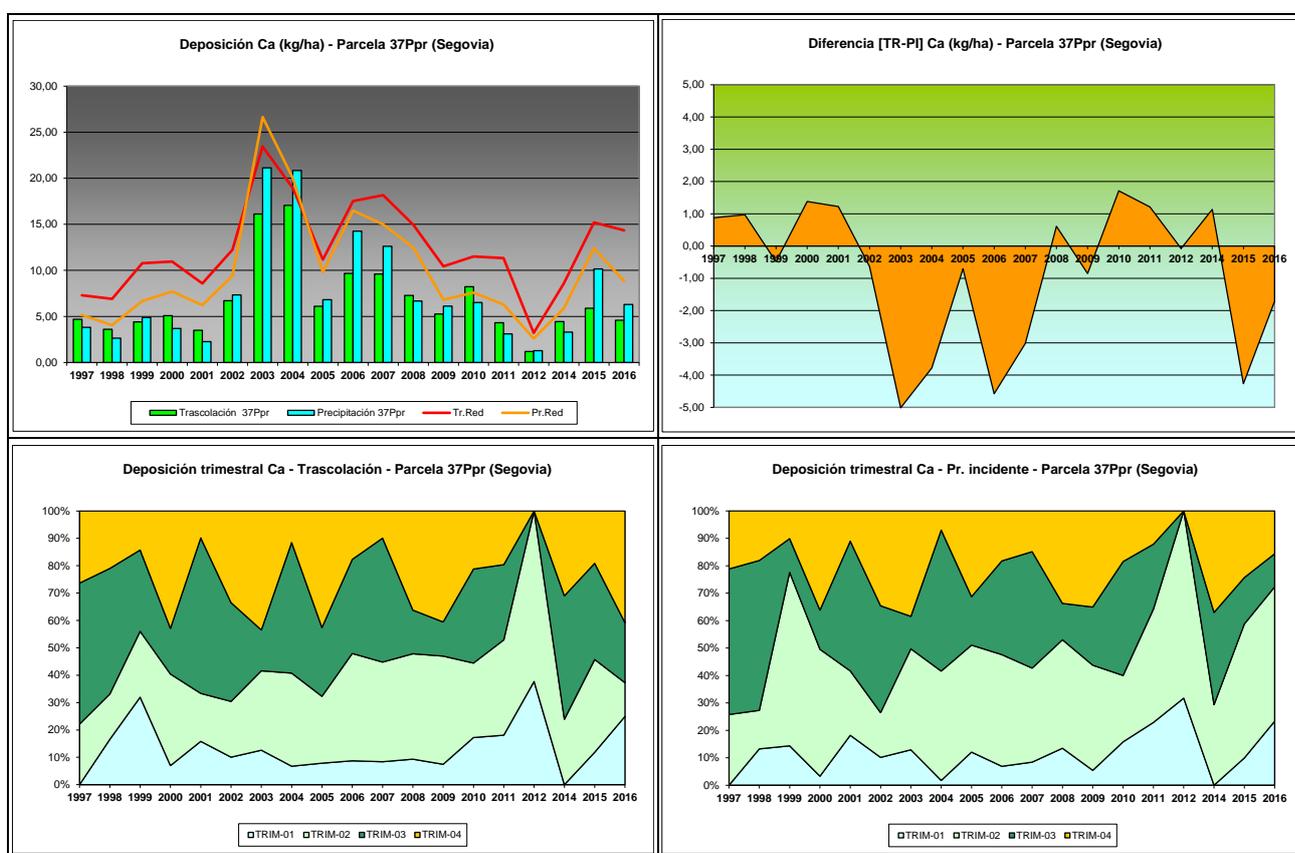


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

TABLA 14: Caracterización Magnesio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,37 | 1,36 | 371 | 0,21 | 0,95 | 441 | 0,42 | 3,66 | 3,20 |
| 1998 | 0,69 | 2,05 | 298 | 0,30 | 1,09 | 367 | 0,96 | 4,07 | 2,78 |
| 1999 | 0,51 | 1,47 | 288 | 0,23 | 0,84 | 364 | 0,63 | 4,18 | 2,58 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2000 | 0,35 | 1,19 | 337 | 0,23 | 0,89 | 426 | 0,30 | 3,46 | 1,84 |
| 2001 | 0,29 | 0,96 | 337 | 0,15 | 0,34 | 405 | 0,62 | 2,99 | 1,45 |
| 2002 | 0,50 | 1,64 | 326 | 0,22 | 0,87 | 423 | 0,76 | 3,93 | 1,83 |
| 2003 | 0,39 | 1,71 | 452 | 0,19 | 0,80 | 537 | 0,91 | 3,97 | 1,65 |
| 2004 | 0,58 | 1,57 | 313 | 0,29 | 1,01 | 401 | 0,56 | 4,03 | 2,51 |
| 2005 | 0,48 | 1,00 | 207 | 0,29 | 0,27 | 241 | 0,73 | 2,73 | 1,01 |
| 2006 | 0,40 | 1,24 | 398 | 0,21 | 0,88 | 504 | 0,36 | 4,06 | 1,94 |
| 2007 | 0,43 | 1,67 | 398 | 0,20 | 0,90 | 509 | 0,77 | 4,56 | 2,17 |
| 2008 | 0,38 | 1,64 | 432 | 0,13 | 0,67 | 614 | 0,97 | 3,99 | 1,87 |
| 2009 | 0,48 | 1,19 | 251 | 0,16 | 0,58 | 367 | 0,61 | 3,95 | 1,67 |
| 2010 | 0,39 | 1,92 | 489 | 0,11 | 0,71 | 617 | 1,21 | 4,42 | 1,89 |
| 2011 | 0,54 | 1,09 | 218 | 0,10 | 0,28 | 309 | 0,81 | 3,98 | 1,27 |
| 2012 | 0,79 | 0,90 | 115 | 0,64 | 1,23 | 193 | -0,33 | 2,35 | 1,52 |
| 2014 | 0,56 | 1,23 | 221 | 0,09 | 0,28 | 314 | 0,94 | 1,90 | 0,75 |
| 2015 | 0,55 | 0,97 | 176 | 0,47 | 1,43 | 304 | -0,45 | 3,32 | 1,84 |
| 2016 | 0,38 | 1,26 | 332 | 0,09 | 0,46 | 537 | 0,81 | 4,44 | 1,71 |
| Media | 0,48 | 1,37 | 314 | 0,23 | 0,76 | 414 | 0,61 | 3,68 | 1,87 |

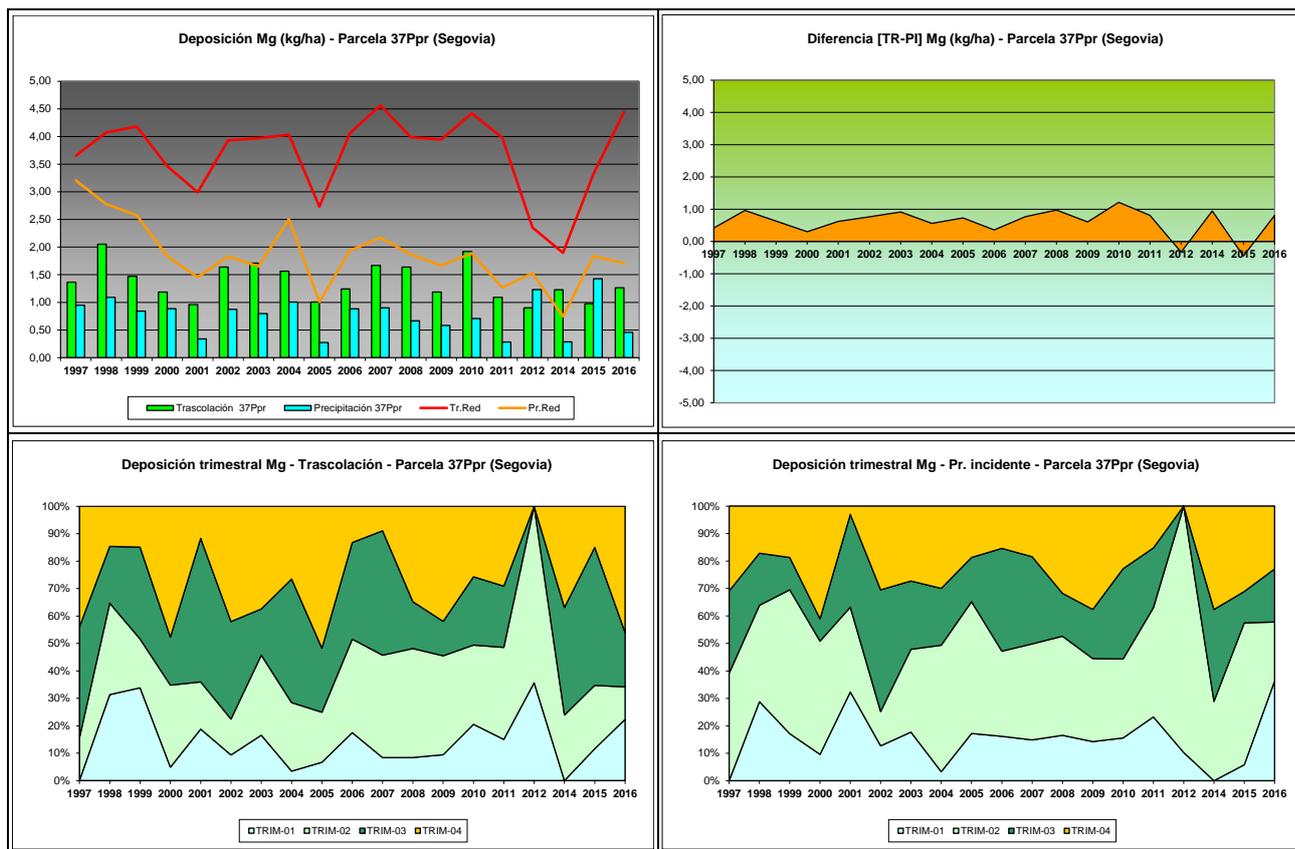
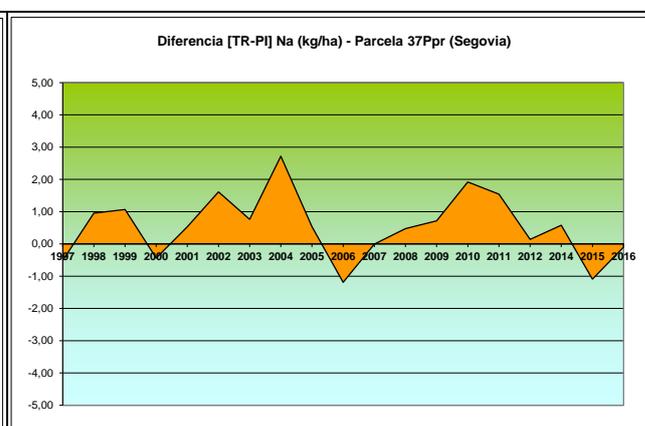
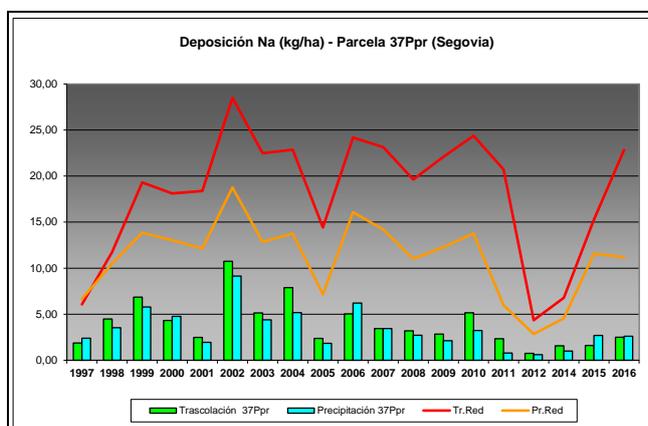


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

TABLA 15: Caracterización Sodio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,50 | 1,87 | 371 | 0,54 | 2,39 | 441 | -0,51 | 6,07 | 6,65 |
| 1998 | 1,51 | 4,49 | 298 | 0,96 | 3,53 | 367 | 0,95 | 11,74 | 10,50 |
| 1999 | 2,38 | 6,85 | 288 | 1,59 | 5,78 | 364 | 1,07 | 19,31 | 13,85 |
| 2000 | 1,28 | 4,32 | 337 | 1,12 | 4,76 | 426 | -0,44 | 18,12 | 13,02 |
| 2001 | 0,75 | 2,48 | 337 | 0,50 | 1,95 | 405 | 0,53 | 18,38 | 12,14 |
| 2002 | 3,30 | 10,75 | 326 | 2,16 | 9,13 | 423 | 1,61 | 28,50 | 18,75 |
| 2003 | 1,16 | 5,15 | 452 | 0,83 | 4,39 | 537 | 0,76 | 22,49 | 12,86 |
| 2004 | 2,94 | 7,89 | 313 | 1,52 | 5,17 | 401 | 2,72 | 22,85 | 13,75 |
| 2005 | 1,15 | 2,38 | 207 | 0,77 | 1,85 | 241 | 0,53 | 14,42 | 7,16 |
| 2006 | 1,62 | 5,03 | 398 | 1,23 | 6,22 | 504 | -1,19 | 24,17 | 16,07 |
| 2007 | 0,88 | 3,44 | 398 | 0,68 | 3,44 | 509 | -0,01 | 23,14 | 14,21 |
| 2008 | 0,74 | 3,19 | 432 | 0,44 | 2,72 | 614 | 0,47 | 19,63 | 11,01 |
| 2009 | 1,15 | 2,84 | 251 | 0,58 | 2,13 | 367 | 0,72 | 22,09 | 12,27 |
| 2010 | 1,05 | 5,15 | 489 | 0,52 | 3,23 | 617 | 1,92 | 24,37 | 13,76 |
| 2011 | 1,15 | 2,33 | 218 | 0,29 | 0,79 | 309 | 1,54 | 20,72 | 5,97 |
| 2012 | 0,66 | 0,75 | 115 | 0,32 | 0,61 | 193 | 0,14 | 4,35 | 2,86 |
| 2014 | 0,71 | 1,57 | 221 | 0,32 | 0,99 | 314 | 0,58 | 6,77 | 4,55 |
| 2015 | 0,92 | 1,61 | 176 | 0,89 | 2,70 | 304 | -1,09 | 15,27 | 11,59 |
| 2016 | 0,75 | 2,51 | 332 | 0,49 | 2,61 | 537 | -0,10 | 22,84 | 11,19 |
| Media | 1,30 | 3,93 | 314 | 0,83 | 3,39 | 414 | 0,54 | 18,17 | 11,17 |



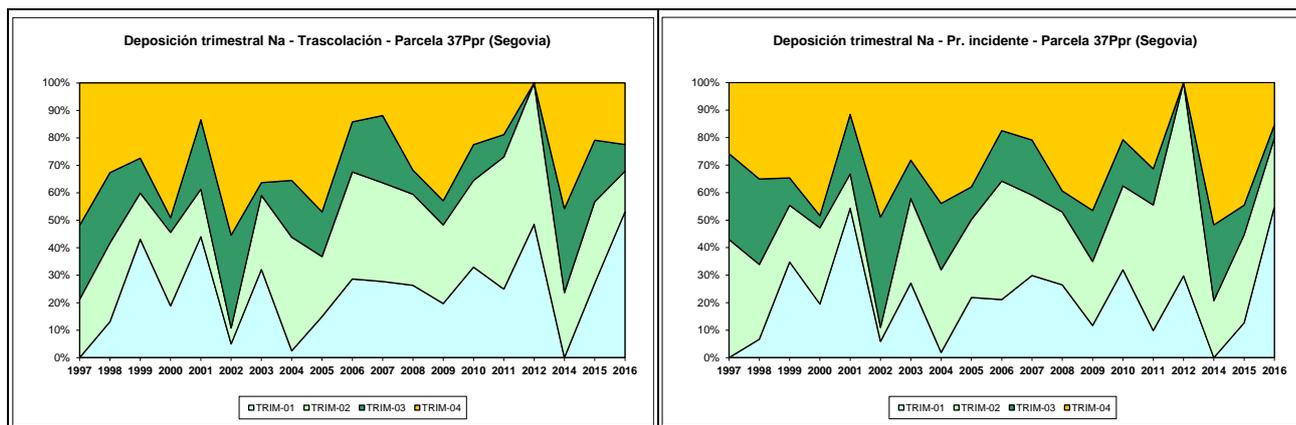


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio.

TABLA 16: Caracterización Amonio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

| Año | Trascolución (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 1,49 | 5,52 | 371 | 1,07 | 4,70 | 441 | 0,82 | 1,81 | 8,19 |
| 1998 | 2,33 | 6,95 | 298 | 0,72 | 2,64 | 367 | 4,31 | 2,24 | 8,36 |
| 1999 | 1,90 | 5,47 | 288 | 1,68 | 6,10 | 364 | -0,64 | 2,71 | 3,66 |
| 2000 | 1,21 | 4,08 | 337 | 1,12 | 4,78 | 426 | -0,70 | 2,48 | 4,26 |
| 2001 | 0,84 | 2,76 | 337 | 0,40 | 1,59 | 405 | 1,17 | 1,86 | 1,82 |
| 2002 | 1,20 | 3,92 | 326 | 0,59 | 2,49 | 423 | 1,43 | 2,43 | 2,91 |
| 2003 | 1,26 | 5,60 | 452 | 0,64 | 3,38 | 537 | 2,22 | 3,06 | 3,10 |
| 2004 | 1,73 | 5,35 | 313 | 1,18 | 4,63 | 401 | 0,72 | 4,12 | 3,23 |
| 2005 | 1,76 | 3,64 | 207 | 0,74 | 1,80 | 241 | 1,85 | 2,41 | 1,80 |
| 2006 | 1,62 | 6,44 | 398 | 0,87 | 4,38 | 504 | 2,06 | 3,62 | 3,05 |
| 2007 | 1,69 | 6,74 | 398 | 1,07 | 5,44 | 509 | 1,30 | 3,53 | 3,58 |
| 2008 | 1,23 | 4,74 | 432 | 0,50 | 3,05 | 614 | 1,69 | 2,91 | 2,62 |
| 2009 | 1,64 | 4,12 | 251 | 0,42 | 1,52 | 367 | 2,60 | 2,73 | 1,82 |
| 2010 | 1,08 | 5,30 | 489 | 0,23 | 1,43 | 617 | 3,87 | 3,12 | 2,09 |
| 2011 | 1,41 | 3,08 | 218 | 0,54 | 1,68 | 309 | 1,40 | 4,36 | 3,15 |
| 2012 | 2,48 | 2,84 | 115 | 0,97 | 1,88 | 193 | 0,96 | 2,26 | 2,06 |
| 2014 | 1,92 | 4,25 | 221 | 0,73 | 2,29 | 314 | 1,95 | 4,16 | 3,35 |
| 2015 | 2,79 | 4,91 | 176 | 1,52 | 4,63 | 304 | 0,28 | 5,30 | 6,04 |
| 2016 | 1,68 | 5,58 | 332 | 0,52 | 2,81 | 537 | 2,76 | 5,94 | 4,26 |
| Media | 1,65 | 4,80 | 314 | 0,82 | 3,22 | 414 | 1,58 | 3,21 | 3,65 |

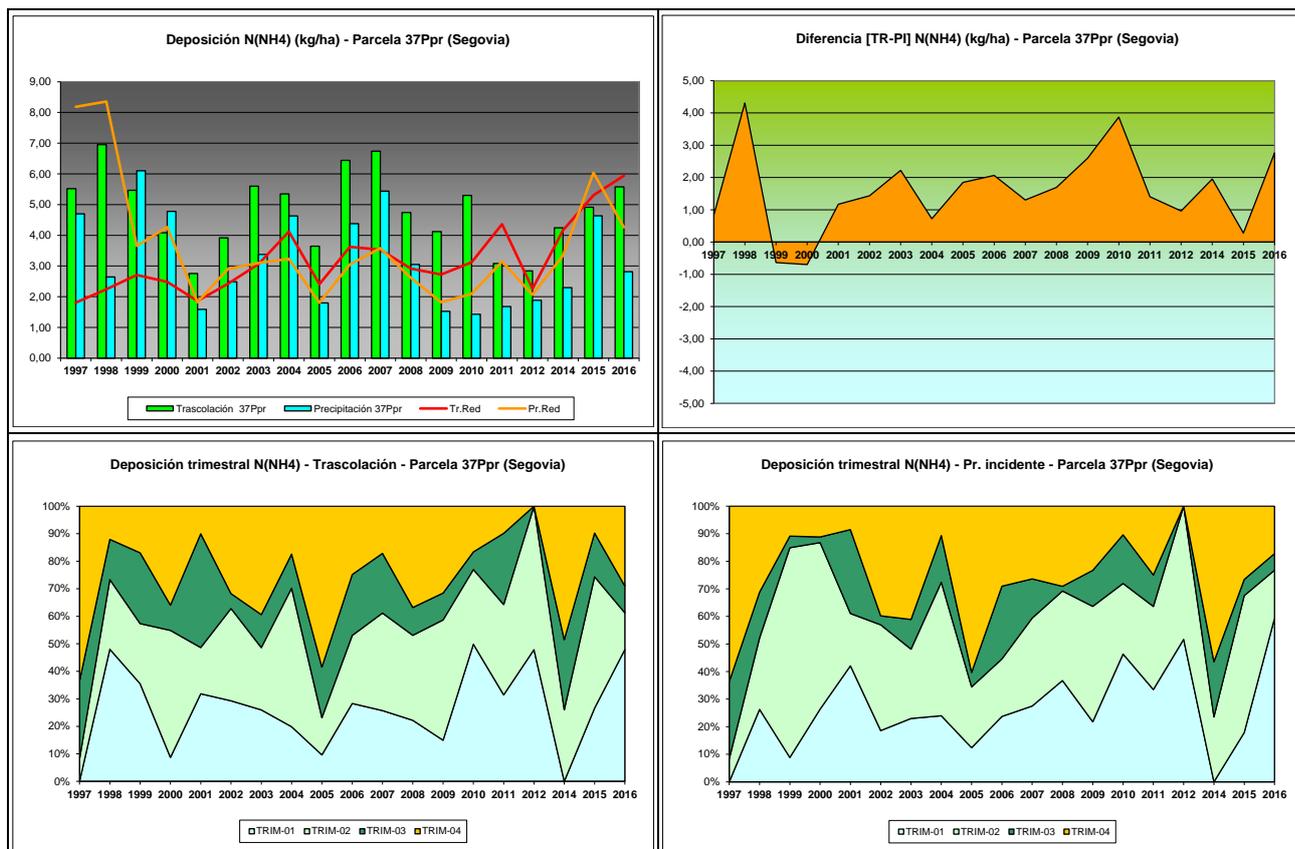


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.8. Cloro.

TABLA 17: Caracterización Cloro. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,94 | 3,48 | 371 | 0,57 | 2,51 | 441 | 0,97 | 10,88 | 10,93 |
| 1998 | 3,17 | 9,45 | 298 | 0,73 | 2,68 | 367 | 6,78 | 19,88 | 16,27 |
| 1999 | 2,39 | 6,89 | 288 | 1,25 | 4,57 | 364 | 2,32 | 36,56 | 23,56 |
| 2000 | 1,61 | 5,42 | 337 | 1,17 | 4,13 | 426 | 1,28 | 28,62 | 15,70 |
| 2001 | 1,63 | 5,09 | 337 | 0,68 | 2,53 | 405 | 2,57 | 32,37 | 19,20 |
| 2002 | 3,07 | 10,01 | 326 | 2,01 | 8,50 | 423 | 1,51 | 44,79 | 24,88 |
| 2003 | 3,19 | 14,19 | 452 | 4,27 | 22,63 | 537 | -8,45 | 39,97 | 31,89 |
| 2004 | 8,02 | 24,86 | 313 | 8,31 | 32,51 | 401 | -7,65 | 47,45 | 37,43 |
| 2005 | 4,04 | 8,25 | 207 | 5,13 | 12,30 | 241 | -4,05 | 28,61 | 21,76 |
| 2006 | 4,85 | 19,32 | 398 | 6,14 | 30,93 | 504 | -11,62 | 49,90 | 41,76 |
| 2007 | 3,52 | 14,01 | 398 | 4,63 | 23,58 | 509 | -9,57 | 45,78 | 37,79 |
| 2008 | 1,56 | 6,74 | 432 | 0,96 | 5,86 | 614 | 0,88 | 40,90 | 30,60 |
| 2009 | 2,46 | 6,17 | 251 | 1,07 | 3,91 | 367 | 2,26 | 45,08 | 25,80 |
| 2010 | 1,62 | 7,93 | 489 | 0,85 | 5,26 | 617 | 2,67 | 41,17 | 21,32 |
| 2011 | 1,71 | 3,73 | 218 | 0,58 | 1,80 | 309 | 1,93 | 29,44 | 13,12 |
| 2012 | 1,60 | 1,83 | 115 | 0,50 | 0,97 | 193 | 0,85 | 11,34 | 5,87 |
| 2014 | 0,50 | 1,10 | 221 | 0,19 | 0,60 | 314 | 0,50 | 5,78 | 2,90 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2015 | 1,41 | 2,47 | 176 | 1,16 | 3,55 | 304 | -1,08 | 24,25 | 15,25 |
| 2016 | 1,77 | 5,89 | 332 | 0,67 | 3,61 | 537 | 2,28 | 37,19 | 18,03 |
| Media | 2,58 | 8,25 | 314 | 2,15 | 9,07 | 414 | -0,82 | 32,63 | 21,79 |

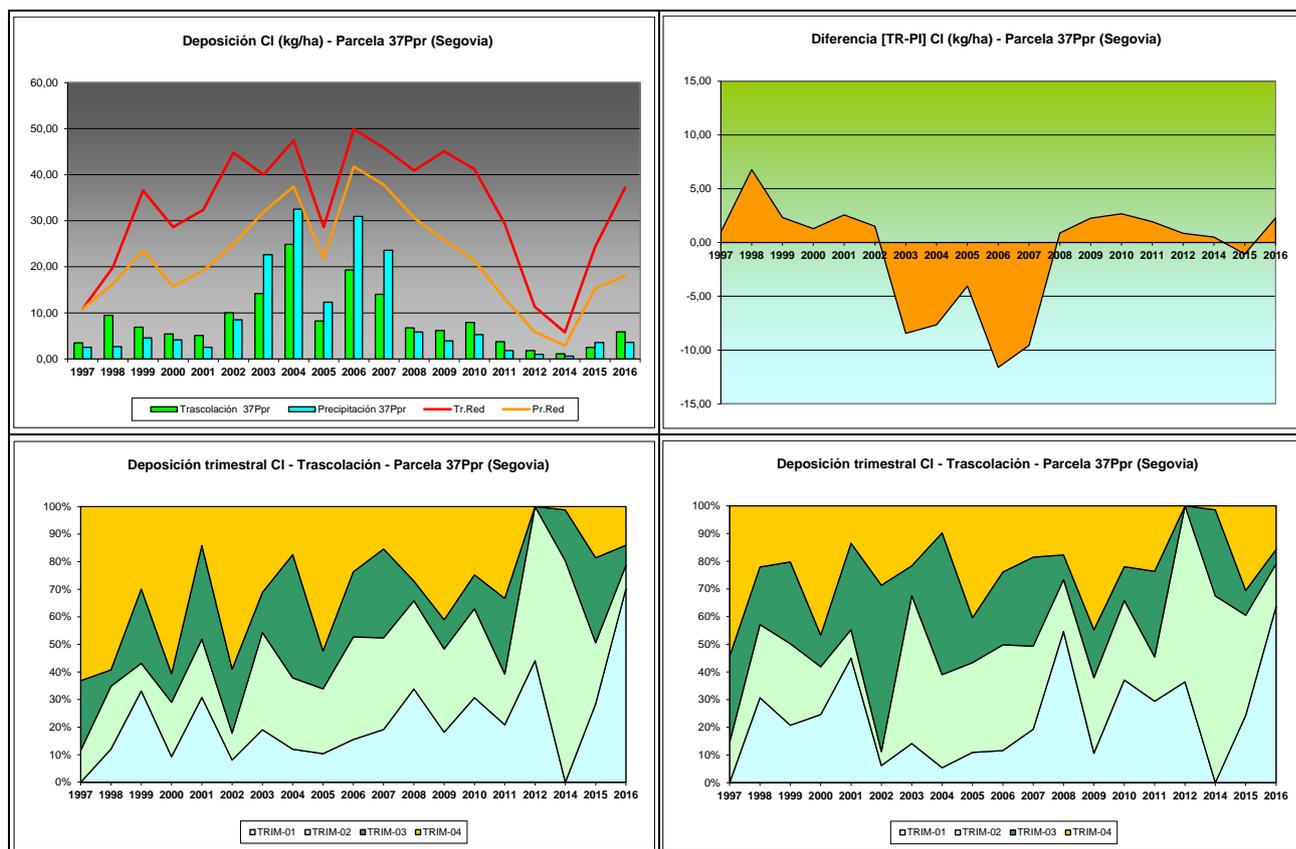


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos.

TABLA 18: Caracterización Nitratos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,43 | 1,60 | 371 | 0,34 | 1,51 | 441 | 0,09 | 2,24 | 2,13 |
| 1998 | 2,44 | 7,27 | 298 | 0,43 | 1,57 | 367 | 5,70 | 3,67 | 2,27 |
| 1999 | 1,18 | 3,39 | 288 | 0,77 | 2,82 | 364 | 0,57 | 4,43 | 2,94 |
| 2000 | 0,65 | 2,20 | 337 | 0,31 | 1,10 | 426 | 1,10 | 3,79 | 2,38 |
| 2001 | 0,93 | 2,93 | 337 | 0,29 | 1,10 | 405 | 1,83 | 3,51 | 2,09 |
| 2002 | 1,10 | 3,58 | 326 | 0,36 | 1,52 | 423 | 2,06 | 4,15 | 2,84 |
| 2003 | 1,06 | 4,72 | 452 | 0,42 | 2,21 | 537 | 2,51 | 5,39 | 2,74 |
| 2004 | 2,90 | 8,98 | 313 | 0,66 | 2,59 | 401 | 6,39 | 6,93 | 3,28 |
| 2005 | 1,32 | 2,70 | 207 | 0,32 | 0,76 | 241 | 1,94 | 4,31 | 1,83 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2006 | 0,93 | 3,70 | 398 | 0,42 | 2,14 | 504 | 1,56 | 5,54 | 2,75 |
| 2007 | 0,90 | 3,58 | 398 | 0,37 | 1,89 | 509 | 1,69 | 5,06 | 2,96 |
| 2008 | 0,39 | 1,68 | 432 | 0,31 | 1,89 | 614 | -0,21 | 4,72 | 3,38 |
| 2009 | 1,31 | 3,30 | 251 | 0,39 | 1,41 | 367 | 1,89 | 3,87 | 1,87 |
| 2010 | 0,56 | 1,41 | 489 | 0,23 | 1,40 | 617 | 0,02 | 1,87 | 2,37 |
| 2011 | 2,88 | 6,29 | 218 | 0,83 | 2,58 | 309 | 3,71 | 7,76 | 4,61 |
| 2012 | 1,10 | 1,25 | 115 | 0,32 | 0,62 | 193 | 0,64 | 1,65 | 0,99 |
| 2014 | 0,85 | 1,87 | 221 | 0,24 | 0,75 | 314 | 1,13 | 2,54 | 1,43 |
| 2015 | 1,16 | 2,05 | 176 | 0,71 | 2,17 | 304 | -0,13 | 3,25 | 2,17 |
| 2016 | 0,60 | 2,00 | 332 | 0,16 | 0,85 | 537 | 1,15 | 3,58 | 1,83 |
| Media | 1,20 | 3,39 | 314 | 0,41 | 1,62 | 414 | 1,77 | 4,12 | 2,47 |

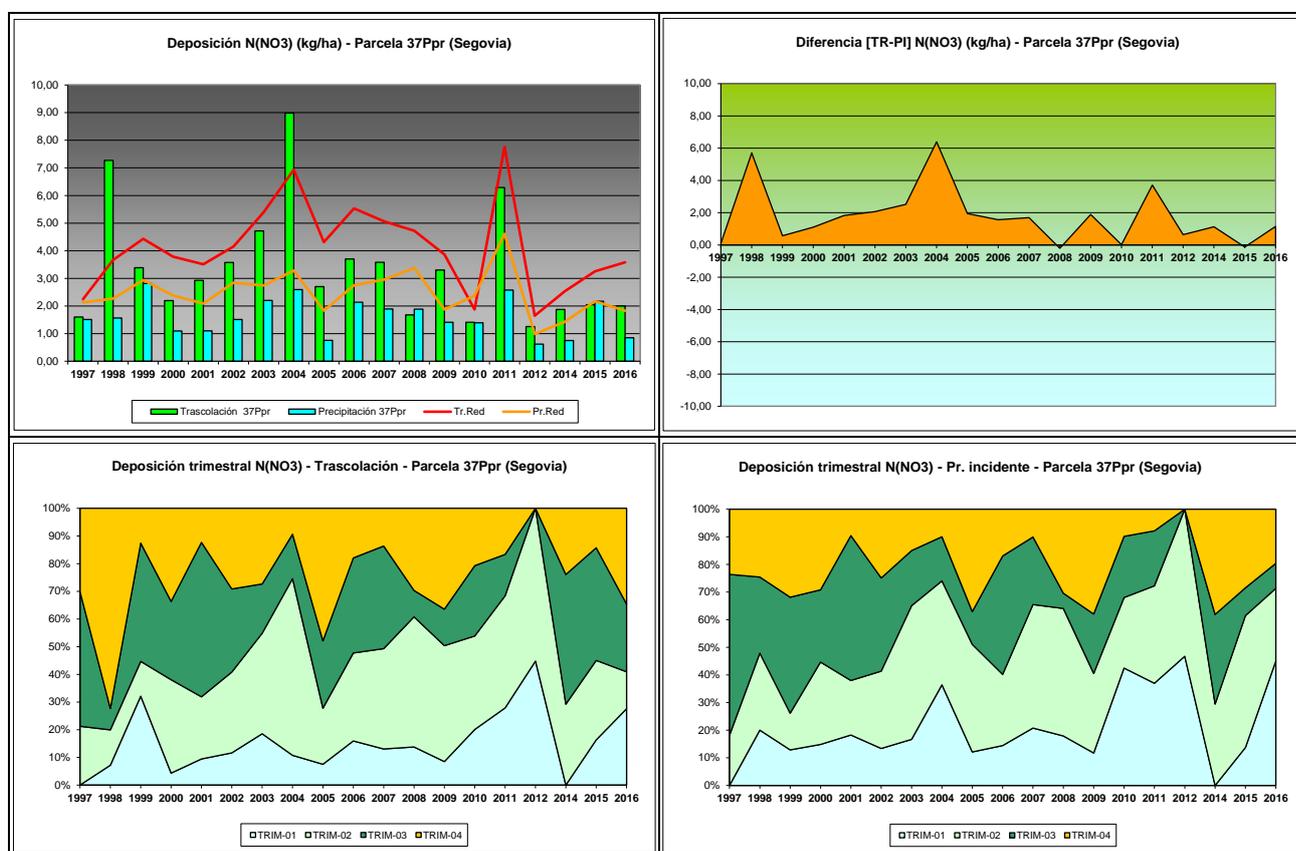


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos.

TABLA 19: Caracterización Sulfatos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,63 | 2,35 | 371 | 0,55 | 2,44 | 441 | -0,09 | 3,00 | 3,70 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1998 | 1,04 | 3,10 | 298 | 0,65 | 2,40 | 367 | 0,70 | 5,81 | 5,79 |
| 1999 | 1,25 | 3,61 | 288 | 1,04 | 3,80 | 364 | -0,19 | 7,17 | 6,35 |
| 2000 | 0,45 | 1,51 | 337 | 0,55 | 1,95 | 426 | -0,44 | 6,42 | 4,57 |
| 2001 | 0,56 | 1,77 | 337 | 0,38 | 1,42 | 405 | 0,35 | 5,68 | 4,11 |
| 2002 | 1,10 | 3,58 | 326 | 0,64 | 2,72 | 423 | 0,85 | 7,73 | 6,07 |
| 2003 | 0,57 | 2,52 | 452 | 0,49 | 2,59 | 537 | -0,07 | 6,85 | 4,80 |
| 2004 | 1,01 | 3,13 | 313 | 0,79 | 3,09 | 401 | 0,04 | 8,72 | 5,84 |
| 2005 | 0,54 | 1,10 | 207 | 0,46 | 1,11 | 241 | -0,01 | 4,69 | 3,12 |
| 2006 | 0,51 | 2,02 | 398 | 0,46 | 2,33 | 504 | -0,31 | 6,80 | 4,69 |
| 2007 | 0,59 | 2,36 | 398 | 0,50 | 2,53 | 509 | -0,17 | 7,24 | 5,12 |
| 2008 | 0,67 | 2,91 | 432 | 0,23 | 1,42 | 614 | 1,48 | 4,49 | 2,61 |
| 2009 | 0,42 | 1,05 | 251 | 0,41 | 1,52 | 367 | -0,48 | 4,67 | 3,32 |
| 2010 | 0,29 | 1,42 | 489 | 0,26 | 1,61 | 617 | -0,19 | 4,27 | 2,88 |
| 2011 | 0,71 | 1,55 | 218 | 0,66 | 2,05 | 309 | -0,50 | 5,93 | 4,57 |
| 2012 | 0,27 | 0,31 | 115 | 0,28 | 0,54 | 193 | -0,23 | 1,84 | 1,35 |
| 2014 | 0,27 | 0,60 | 221 | 0,23 | 0,73 | 314 | -0,13 | 2,14 | 2,00 |
| 2015 | 0,44 | 0,77 | 176 | 0,40 | 1,22 | 304 | -0,44 | 3,56 | 2,95 |
| 2016 | 0,16 | 0,54 | 332 | 0,16 | 0,84 | 537 | -0,30 | 4,08 | 2,76 |
| Media | 0,60 | 1,90 | 314 | 0,48 | 1,91 | 414 | -0,01 | 5,32 | 4,03 |

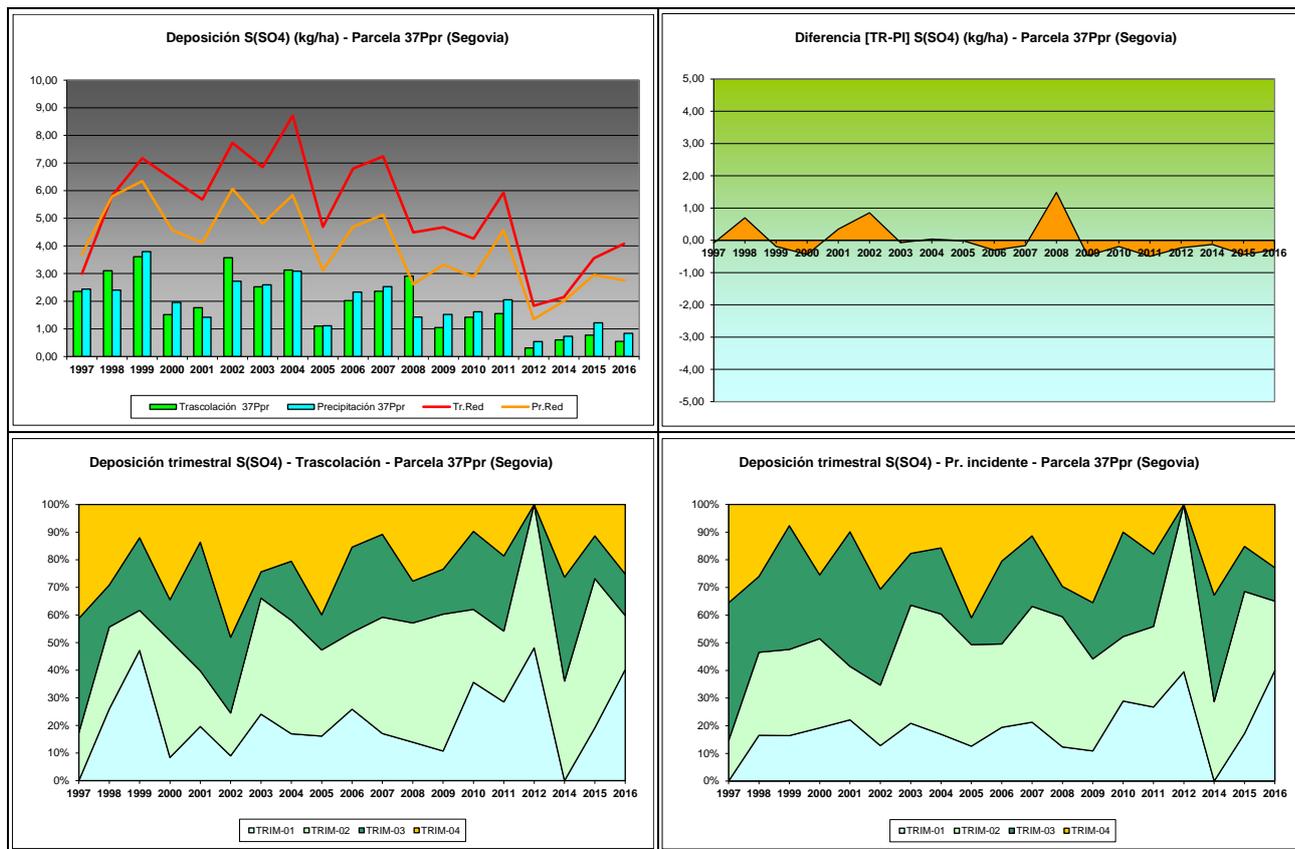


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 37Ppr, cabe destacar:

La deposición mantiene valores de **pH** superiores en general a los de la media de la red, sin que apenas se haya registrado una precipitación por debajo del umbral que marcaría la conocida como “lluvia ácida” y con cierta tendencia a la acidificación a lo largo del último año. Por regla general el pH tiende a ser ligeramente inferior en la trascolación, situación que se invierte en la evaluación del año en curso. A lo largo del último año, se ha registrado una precipitación superior a los 500 mm anuales, tras la marcada sequía del año anterior. El valor de la intercepción debido a la cubierta arbórea se sitúa en cerca del 25% de la precipitación incidente.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se han obtenido registros más bajos a los habidos el año anterior, cuando se superó el valor medio de la red, sin que se hayan superado los 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tras el considerable incremento del año anterior y fuera de los altos valores de 2002-2004, debido quizá a que una mayor precipitación haya diluido la concentración de solutos en la deposición. Continúan advirtiéndose valores considerablemente mayores en el depósito bajo cubierta arbórea, posiblemente debido a efectos de la deposición seca.

En cuanto al **potasio**, se registran también deposiciones inferiores a la media de la red, con máximos locales de la serie en torno a 1992 y 2002, para experimentar a partir de ese momento una reducción sostenida en estos aportes con un ligero repunte a lo largo del último año, particularmente en lo que se refiere a la trascolación, mientras que la precipitación incidente se reduce, dentro de lo que suele ser el comportamiento anormal en la parcela. En general el depósito correspondiente no suele superar en los últimos años el umbral de 5-10 kg/ha.

Por lo que respecta al **calcio**, elemento como el anterior de origen terrígeno, se advierte un comportamiento similar: deposiciones inferiores a la media de la red, con un periodo de máximos marcados en torno a 2003-2004, un repunte en 2006-2007 y una progresiva reducción a lo largo de los últimos años, sin que se repita el máximo local de 2015 en el que la precipitación incidente alcanzó los 10 kg/ha; vía esta en la que se han solido obtener tasas mayores a las correspondientes a la trascolación.

En lo referente al **magnesio** se advierte un comportamiento muy estable, por debajo de los 2 kg/ha y sin demasiadas diferencias entre años, presentándose tasas superiores bajo cubierta que a cielo abierto, influenciado quizá por los efectos de la deposición seca. En el último año se ha observado un ligero aumento del este depósito, mientras se han reducido las tasas obtenidas a campo abierto.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores muy por debajo de la media de la Red, registrándose las mayores deposiciones en 2002, y registrándose, como en el caso anterior, mayores aportes bajo cubierta que al raso en la mayoría de los casos, comportamiento que se invierte en los dos últimos años.

Las tasas de **amonio**, compuesto muy ligado a la actividad agrícola y ganadera, son, por el contrario, superiores a la media de la red en la mayoría de los años observados, reduciéndose a partir de 2011, momento a partir del cual el depósito se sitúa por debajo de los 5 kg/ha pero en un incremento sostenido. Los aportes en trascolación son notablemente superiores a los de la precipitación incidente en la mayoría de los años.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado como el sodio por la influencia de la sal marina, se observa una tendencia ya apuntada en otros puntos de la red: mayores tasas en los bienios 2003-2004 y 2006-2007, siempre –al igual que el sodio– con mayores deposiciones a campo abierto, tendencia que se tiende a

igualarse a partir de 2008, momento en que la deposición experimenta una reducción generalizada. En el último año se ha advertido un ligero incremento de este depósito.

La deposición de **nitratos** ha experimentado tres claros máximos en 1998, 2004 y 2011, en que se han superado los 5 kg/ha, con valores inferiores en el resto de los años de observación, registrándose tasas superiores bajo cubierta arbórea que al raso, posiblemente influido por efectos de la deposición seca.

Por último, y en referencia a los **sulfatos**, se advierte un comportamiento más estable, por debajo en general de los 3 kg/ha, siempre en valores inferiores a la media de la red y sin demasiadas diferencias entre la forma de aporte al sistema, con un pequeño pero marcado incremento en favor de la deposición al raso a lo largo de los últimos años, en los que apenas se ha alcanzado el umbral de 1 kg/ha.

Por regla general los mayores aportes se han producido en primavera y en menor medida a lo largo del otoño.

6. Calidad del aire. Inmisión.

Además del aporte de un determinado componente al ecosistema forestal, vía deposición seca/húmeda evaluada en el apartado anterior, en la Red Europea de Nivel II se mide desde 2000 la concentración en el aire de determinados contaminantes, lo que se conoce con el nombre de inmisión. Normativamente y en España se analiza la concentración de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, amonio (expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y ozono (expresado en ppb).

La medición se hace a través de dosímetros pasivos, dispositivos de muestreo dotados de un compuesto químico diana sensible a los distintos contaminantes con los que va reaccionando y que permite evaluar la concentración en aire de los mismos. En el periodo 2000-2009 el cambio de dispositivos fue quincenal, efectuándose de forma mensual a partir de 2010.

Como valores de referencia para estos parámetros, se han tomado:

TABLA 20: Valores de referencia de calidad del aire mediante dosímetros pasivos

| Variable | Descripción | Valores de referencia (*) |
|-----------------|---|------------------------------|
| SO ₂ | Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010 (afección a líquenes) | 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| NO ₂ | Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010 | 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| NH ₃ | Promedio Anual. Protección líquenes y briofitos | 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| | Promedio Anual. Protección plantas superiores | 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

(*) Seguimiento de la Calidad Ambiental y de los Daños por Contaminación en los Bosques Españoles. Proyecto LIFE 07 ENV/DE/000218 FutMon. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Fundación CEAM, 2011.

Los principales resultados habidos en la parcela se especifican a continuación.

TABLA 21: Inmisión atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red. O₃ 1 ppb ~ 1,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| Año | Parcela | | | | Media Red | | | |
|------|---|---|---|-------------------------|---|---|---|-------------------------|
| | SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | O ₃ (ppb) | SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | O ₃ (ppb) |
| 2000 | 1,09 | 2,94 | 2,80 | 27,66 | 2,45 | 2,91 | 2,49 | 34,34 |

| Año | Parcela | | | | Media Red | | | |
|-------|---|---|---|-------------------------|---|---|---|-------------------------|
| | SO ₂ (µg/m ³) | NO ₂ (µg/m ³) | NH ₃ (µg/m ³) | O ₃ (ppb) | SO ₂ (µg/m ³) | NO ₂ (µg/m ³) | NH ₃ (µg/m ³) | O ₃ (ppb) |
| 2001 | 2,25 | 2,87 | 2,66 | 30,92 | 3,01 | 2,51 | 2,13 | 38,48 |
| 2002 | 0,64 | 0,90 | 1,85 | 26,63 | 0,95 | 0,75 | 1,57 | 32,70 |
| 2003 | 0,59 | 0,99 | 4,00 | 23,37 | 1,05 | 1,07 | 2,87 | 30,03 |
| 2004 | 0,74 | 1,32 | 3,45 | 18,94 | 1,47 | 1,34 | 2,69 | 25,36 |
| 2005 | | | | | | | | |
| 2006 | 0,92 | 1,32 | 1,83 | 22,63 | 1,41 | 1,27 | 1,12 | 27,74 |
| 2007 | 0,89 | 1,46 | 3,48 | 20,82 | 1,49 | 1,45 | 1,44 | 27,36 |
| 2008 | 0,57 | 1,12 | 1,65 | 21,76 | 0,82 | 1,32 | 0,93 | 27,18 |
| 2009 | | | | | 1,06 | 2,89 | 1,30 | 36,30 |
| 2010 | 0,96 | 2,87 | 1,55 | 32,13 | 1,29 | 3,38 | 1,00 | 37,54 |
| 2011 | 1,02 | | | | 1,50 | | 0,48 | |
| 2012 | 1,21 | 4,23 | 1,79 | 25,52 | 1,60 | 3,25 | 0,85 | 38,79 |
| 2014 | 1,22 | 3,21 | 1,65 | 21,99 | 1,44 | 3,35 | 1,11 | 29,51 |
| 2015 | 0,88 | 4,04 | 2,16 | 19,94 | 1,32 | 3,73 | 1,24 | 26,27 |
| 2016 | 1,00 | 3,33 | 2,02 | 22,54 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| Media | 1,00 | 2,35 | 2,38 | 24,22 | 1,47 | 2,33 | 1,50 | 31,45 |

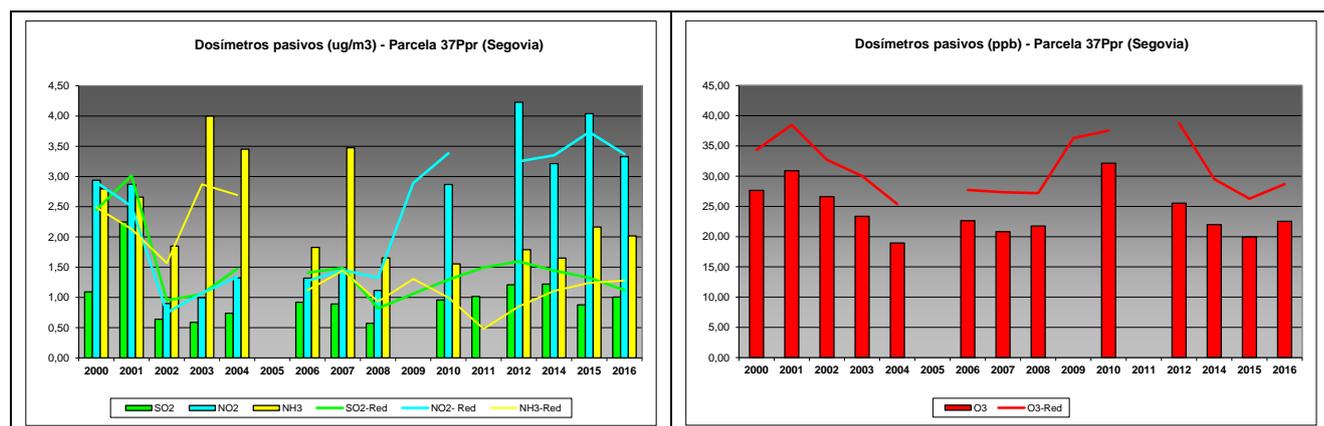


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, las mayores inmisiones en la parcela corresponden a los compuestos nitrogenados que llegan a exceder el valor medio de la red, destacando el amoníaco en la primera serie de años, quien se ve sustituido en el periodo final por el dióxido de nitrógeno como contaminante más abundante y que alcanza niveles de cierta entidad en los últimos años, mientras que los óxidos de azufre tienden a repuntar ligeramente a lo largo del segundo tramo. Salvo por lo que se refiere a la posible afección de los líquenes por efecto del amoniaco, que se ha mantenido por encima de los valores medios, de forma habitual, y de la vegetación superior en 2003-2004, 2007 y 2015-2016, no se han superado los valores de referencia marcados por la bibliografía. En cuanto a los niveles de ozono, se advierte un ligero repunte de las concentraciones tras el descenso acumulado de los años precedentes, que se mantienen sin embargo netamente por debajo de la media de la red.

7. Análisis foliar.

El objetivo del análisis foliar es, en concordancia con las especificaciones de las redes europeas, estimar el estado nutricional del arbolado y el impacto de los contaminantes atmosféricos en los ecosistemas forestales; así como la detección de tendencias temporales y sus patrones geográficos de distribución y con ello contribuir al conocimiento y cuantificación del estado de los bosques en Europa.

Normativamente, la toma de muestra foliar se hace cada dos años, por lo que los datos correspondientes a la campaña 2017-2018 no están aún disponibles.

7.1. Análisis Macronutrientes.

Los macronutrientes analizados han registrado los siguientes valores:

TABLA 22: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y comparación con el resto de las 54 parcelas de la Red de Nivel II pobladas con la misma especie y la media de la especie. A partir de 2009-2010 sólo se miden las 14 parcelas instrumentadas.

| Año | Parcela | Provincia | Peso seco (g) 1000 acículas | MACRONUTRIENTES (mg/g MS) | | | | | | C (%) |
|-----------|-------------------|-----------|-----------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|----------|
| | | | | N | S | P | Ca | Mg | K | |
| 1995-1996 | 37 Ppr | Segovia | 76,00 | 8,34 | 0,86 | 0,97 | 2,29 | 1,78 | 3,25 | |
| | 39 Ppr | Avila | 75,00 | 8,19 | 0,67 | 1,04 | 2,51 | 2,29 | 6,88 | |
| | 43 Ppr | Cuenca | 120,00 | 8,14 | 0,88 | 0,56 | 2,09 | 1,81 | 5,76 | |
| | 46 Ppr | Albacete | 74,00 | 7,37 | 0,73 | 0,74 | 1,88 | 2,07 | 4,76 | |
| | 102 Ppr | La Coruña | 169,00 | 11,59 | 1,02 | 0,87 | 0,81 | 1,17 | 5,03 | |
| | 150 Ppr | Orense | 104,00 | 10,39 | 0,85 | 1,03 | 1,48 | 1,47 | 6,73 | |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | 103,00 | 9,00 | 0,84 | 0,87 | 1,84 | 1,77 | 5,40 | |
| 1997-1998 | 37 Ppr | Segovia | | | | | | | | |
| | 39 Ppr | Avila | | | | | | | | |
| | 43 Ppr | Cuenca | | | | | | | | |
| | 46 Ppr | Albacete | | | | | | | | |
| | 102 Ppr | La Coruña | | | | | | | | |
| | 150 Ppr | Orense | | | | | | | | |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | | | | | | | | |
| 1999-2000 | 37 Ppr | Segovia | 75,00 | 9,30 | 0,77 | 1,04 | 1,84 | 1,54 | 3,36 | |
| | 39 Ppr | Avila | 51,00 | 10,97 | 0,99 | 1,81 | 3,53 | 2,76 | 5,98 | |
| | 43 Ppr | Cuenca | 122,00 | 8,26 | 0,97 | 0,53 | 1,95 | 1,67 | 4,26 | |
| | 46 Ppr | Albacete | 90,00 | 10,17 | 0,90 | 0,95 | 2,69 | 2,53 | 3,53 | |
| | 102 Ppr | La Coruña | 149,00 | 13,71 | 1,09 | 0,91 | 1,83 | 1,68 | 5,69 | |
| | 150 Ppr | Orense | 114,00 | 10,00 | 0,76 | 0,69 | 0,77 | 1,00 | 7,65 | |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | 100,17 | 10,40 | 0,91 | 0,99 | 2,10 | 1,86 | 5,08 | |
| 2001-2002 | 37 Ppr | Segovia | 113,00 | 7,73 | 0,88 | 1,16 | 2,17 | 1,85 | 4,39 | |
| | 39 Ppr | Avila | 131,00 | 8,58 | 0,95 | 1,26 | 2,68 | 1,99 | 5,15 | |
| | 43 Ppr | Cuenca | 118,00 | 8,93 | 1,08 | 0,66 | 1,95 | 1,99 | 4,73 | |
| | 46 Ppr | Albacete | 100,00 | 9,62 | 0,91 | 1,00 | 2,67 | 2,71 | 3,46 | |
| | 102 Ppr | La Coruña | 135,00 | 12,91 | 1,20 | 0,87 | 1,26 | 1,37 | 5,83 | |
| | 150 Ppr | Orense | 114,00 | 9,02 | 0,86 | 0,76 | 0,73 | 1,05 | 8,31 | |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | 118,50 | 9,47 | 0,98 | 0,95 | 1,91 | 1,83 | 5,31 | |
| 2003-2004 | 37 Ppr | Segovia | 129,00 | 10,10 | 0,96 | 1,23 | 2,09 | 2,05 | 4,67 | |
| | 39 Ppr | Avila | 170,00 | 9,64 | 0,96 | 1,37 | 2,85 | 2,39 | 5,72 | |
| | 43 Ppr | Cuenca | 158,00 | 9,35 | 1,15 | 0,65 | 1,85 | 2,01 | 4,78 | |

| Año | Parcela | Provincia | Peso seco (g) 1000 acículas | MACRONUTRIENTES (mg/g MS) | | | | | | C (%) |
|-----------|-------------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | | | | N | S | P | Ca | Mg | K | |
| | 46 Ppr | Albacete | 118,00 | 8,64 | 0,85 | 0,97 | 2,30 | 2,48 | 4,01 | |
| | 102 Ppr | La Coruña | 185,00 | 13,70 | 1,12 | 0,85 | 1,25 | 1,27 | 5,72 | |
| | 150 Ppr | Orense | 137,00 | 9,49 | 0,78 | 0,81 | 0,73 | 1,12 | 8,37 | |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | 149,50 | 10,15 | 0,97 | 0,98 | 1,85 | 1,89 | 5,55 | |
| 2005-2006 | 37 Ppr | Segovia | 95,00 | 9,02 | 0,91 | 1,01 | 2,38 | 1,68 | 3,27 | |
| | 39 Ppr | Avila | 156,50 | 8,98 | 1,03 | 1,48 | 3,79 | 2,34 | 4,64 | |
| | 43 Ppr | Cuenca | 155,00 | 8,69 | 1,13 | 0,51 | 3,04 | 2,30 | 5,07 | |
| | 46 Ppr | Albacete | 66,00 | 9,47 | 1,09 | 1,16 | 4,45 | 2,76 | 4,08 | |
| | 102 Ppr | La Coruña | 147,00 | 13,60 | 1,22 | 0,76 | 1,70 | 1,21 | 4,37 | |
| | 150 Ppr | Orense | 144,50 | 9,69 | 0,96 | 0,60 | 1,01 | 0,86 | 5,52 | |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | 127,33 | 9,91 | 1,06 | 0,92 | 2,73 | 1,85 | 4,49 | |
| 2007-2008 | 37 Ppr | Segovia | 134,50 | 8,29 | 1,28 | 0,92 | 3,51 | 1,77 | 2,84 | |
| | 39 Ppr | Avila | 191,00 | 10,89 | 1,40 | 1,87 | 4,59 | 2,33 | 4,78 | |
| | 43 Ppr | Cuenca | 127,00 | 7,88 | 1,21 | 0,43 | 2,99 | 2,05 | 4,17 | |
| | 46 Ppr | Albacete | 124,00 | 7,57 | 1,15 | 0,72 | 2,81 | 2,19 | 3,46 | |
| | 102 Ppr | La Coruña | 155,00 | 12,75 | 1,59 | 0,68 | 1,69 | 1,14 | 3,65 | |
| | 150 Ppr | Orense | 184,50 | 9,57 | 0,92 | 0,53 | 1,40 | 0,94 | 4,42 | |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | 152,67 | 9,49 | 1,26 | 0,86 | 2,83 | 1,74 | 3,88 | |
| 2009-2010 | 37 Ppr | Segovia | 135,00 | 6,71 | 0,96 | 0,86 | 3,47 | 1,73 | 2,21 | |
| | 102 Ppr | La Coruña | 168,67 | 12,70 | 1,29 | 0,73 | 2,26 | 1,18 | 3,51 | |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | 151,83 | 9,65 | 1,13 | 0,80 | 2,87 | 1,46 | 2,86 | |
| 2011-2012 | 37 Ppr | Segovia | 134,42 | 7,51 | 1,00 | 0,94 | 3,32 | 1,79 | 2,73 | |
| | 102 Ppr | La Coruña | 162,48 | 12,29 | 1,36 | 0,73 | 2,13 | 1,16 | 3,69 | |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | 148,45 | 9,90 | 1,18 | 0,83 | 2,73 | 1,47 | 3,21 | |
| 2013-2014 | 37 Ppr | Segovia | 129,60 | 14,86 | 0,93 | 0,97 | 4,52 | 2,25 | 2,52 | 53,28 |
| | 102 Ppr | La Coruña | 173,07 | 12,88 | 0,86 | 0,61 | 3,56 | 1,96 | 4,01 | 52,48 |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | 151,33 | 13,87 | 0,90 | 0,79 | 4,04 | 2,11 | 3,26 | 52,88 |
| 2015-2016 | 37 Ppr | Segovia | 113,60 | 6,69 | 0,70 | 0,85 | 3,30 | 1,72 | 2,36 | 51,26 |
| | 102 Ppr | La Coruña | 143,53 | 14,74 | 0,92 | 0,82 | 1,81 | 1,29 | 4,44 | 52,91 |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | 128,57 | 10,71 | 0,81 | 0,83 | 2,55 | 1,50 | 3,40 | 52,08 |

En rojo, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 0,838 mg/g, lo que indica incidencia de la contaminación atmosférica por lluvia ácida. Fuente: (2001) Peña Martínez, J.M. El Estudio del Impacto de la Contaminación Atmosférica en los Bosques. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Serie técnica.

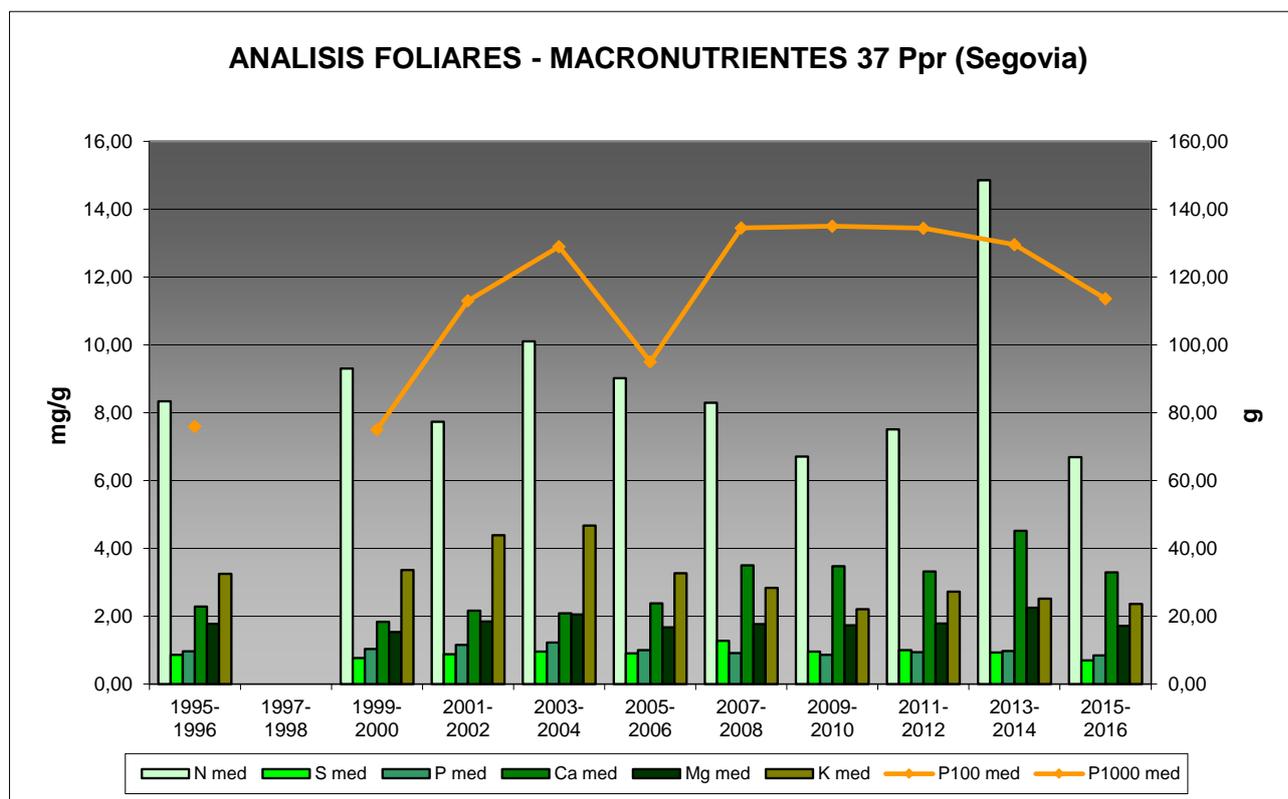


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

TABLA 23: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y comparación con el resto de las 54 parcelas de la Red de Nivel II pobladas con la misma especie y la media de la especie. A partir de 2009-2010 sólo se miden las 14 parcelas instrumentadas.

| Año | Parcela | Provincia | MICRONUTRIENTES ($\mu\text{g/g MS}$) | | | | |
|-----------|-------------------|-----------|--|-------|--------|--------|------|
| | | | Na | Zn | Mn | Fe | Cu |
| 1995-1996 | 37 Ppr | Segovia | | 12,00 | 126,00 | 330,00 | |
| | 39 Ppr | Avila | | 17,00 | 144,00 | 103,00 | |
| | 43 Ppr | Cuenca | | 24,00 | 230,00 | 78,00 | |
| | 46 Ppr | Albacete | | 24,00 | 71,00 | 55,00 | |
| | 102 Ppr | La Coruña | | 22,00 | 651,00 | 559,00 | |
| | 150 Ppr | Orense | | 16,00 | 825,00 | 758,00 | |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | | 19,17 | 341,17 | 313,83 | |
| 1997-1998 | 37 Ppr | Segovia | | | | | |
| | 39 Ppr | Avila | | | | | |
| | 43 Ppr | Cuenca | | | | | |
| | 46 Ppr | Albacete | | | | | |
| | 102 Ppr | La Coruña | | | | | |
| | 150 Ppr | Orense | | | | | |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | | | | | |
| 2013-2014 | 37 Ppr | Segovia | | 14,07 | 102,11 | 56,07 | 1,15 |
| | 102 Ppr | La Coruña | | 17,98 | 321,25 | 41,60 | 2,52 |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | | 16,03 | 211,68 | 48,84 | 1,83 |
| 2015-2016 | 37 Ppr | Segovia | | 11,52 | 67,82 | 53,59 | 1,78 |

| Año | Parcela | Provincia | MICRONUTRIENTES (µg/g MS) | | | | |
|-----|-------------------|-----------|---------------------------|-------|--------|-------|------|
| | | | Na | Zn | Mn | Fe | Cu |
| | 102 Ppr | La Coruña | | 18,29 | 204,72 | 66,77 | 3,10 |
| | <i>P.pinaster</i> | Red | | 14,91 | 136,27 | 60,18 | 2,44 |

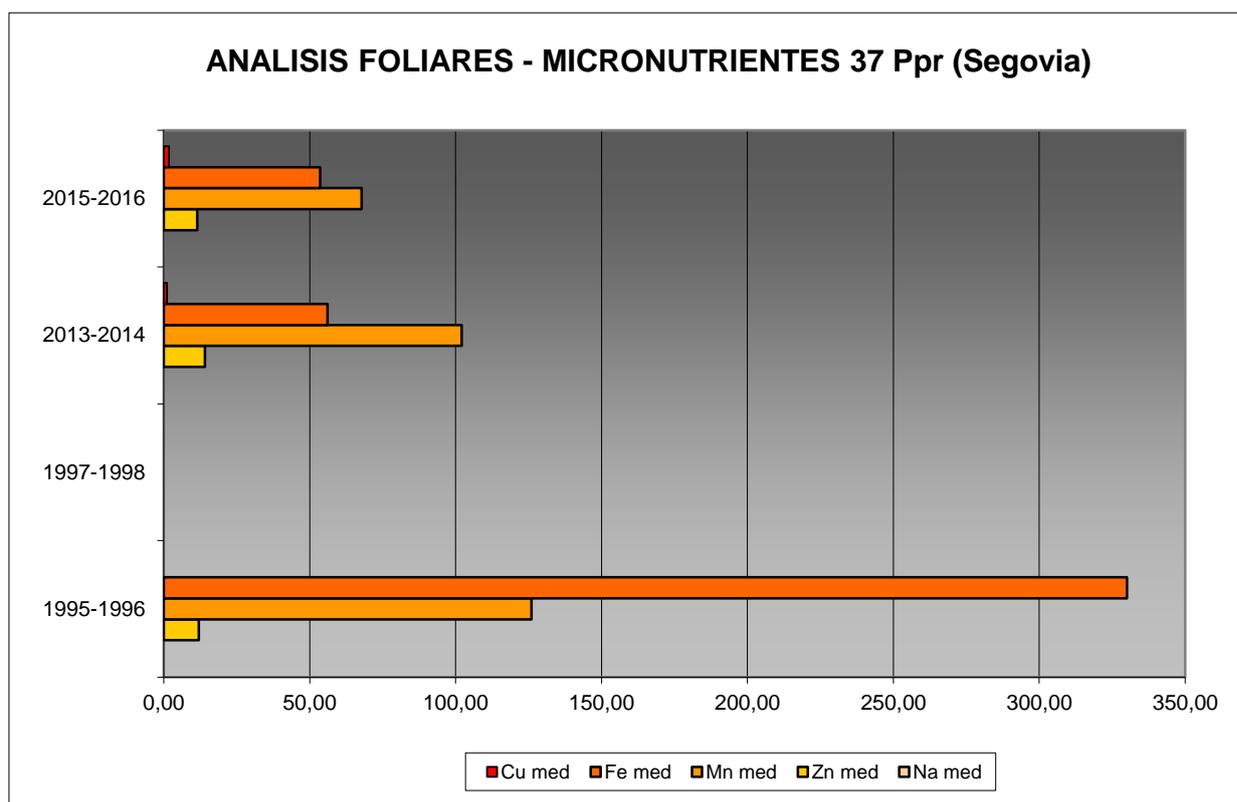


FIG 20: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

Por lo que respecta a los análisis foliares efectuados en la parcela, cabe concluir:

En primer lugar hay que tener en cuenta que en la parcela 37Ppr no se realizó el análisis foliar en 1997-1998.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 37Ppr podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el pino rodeno como especie dominante:

El **peso** medido en la parcela se ha mantenido estable en el periodo 1995-2000, al que le sigue un ascenso hasta 2004 del 50% con un descenso puntual en 2005-2006 que se atribuye a un año de sequía, para mantenerse después con un descenso ligero pero continuo en el tiempo, presumiblemente debido al

empeoramiento de las condiciones climáticas. Cabe hacer constar también que las variaciones de este parámetro en el pino negral son más patentes que en otras especie, por el elevado tamaño de sus acículas.

Respecto a los *macronutrientes*; y tras el notable incremento del contenido en **nitrógeno** experimentado en la campaña anterior, los niveles han recuperado los valores medios de la serie histórica en torno a 6-8 mg/g. Por lo que se refiere al **azufre** se mantiene un comportamiento mucho más estable, alcanzándose un mínimo de 0,70 mg/g en un valor claramente inferior al de referencia para la especie, que indicaría una incidencia de la contaminación atmosférica en el follaje, situación que sin embargo sí se ha dado salpicadamente a lo largo de los análisis efectuados. El resto de elementos analizados, **fósforo, calcio, magnesio y potasio** registran también una ligera disminución respecto a la campaña precedente, que en el caso del fósforo supone el mínimo de la serie histórica. Por lo que se refiere al contenido en **carbono** del follaje, parámetro analizado por primera vez en la campaña 2013-2014, se sitúa con un valor muy estable ligeramente por encima del 50%.

Los *micronutrientes* sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996 y a partir de 2013-2014 y no siempre se han evaluado todos ellos: sodio no se ha medido en ninguno, cobre sólo en el muestreo de 2013-2014 y zinc, manganeso y hierro en ambos. Esta situación conlleva que no se pueda abordar la valoración de la evolución temporal de los nutrientes en acículas. Se aprecia una ligera reducción en el contenido de zinc, manganeso y hierro mientras que los niveles de cobre aumentan ligeramente.

8. Desfronde.

Con periodicidad mensual se ha recogido el desfronde o litterfall en la parcela mediante captadores normalizados que recogen la caída correspondiente a 1 m² de superficie. La muestra así tomada se divide en sus principales componentes (hojas, ramillas de diámetro inferior a 2 cm y otras, que incluyen frutos, líquenes, musgos,...) y se analiza en el laboratorio.

Se presentan a continuación los resultados obtenidos desde 2010; haciéndose la salvedad al igual que en casos anteriores, de que en 2012 se ha muestreado el periodo enero-julio, mientras que en 2014 los análisis corresponden al periodo mayo-diciembre.

TABLA 24: Resultados medios del análisis de desfronde en sus distintas fracciones. Aporte anual en kg/ha; porcentaje de carbono y contenido en mg/g de materia seca de nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, magnesio y potasio.

| Año | Fracción | Peso (kg/ha) | C (%) | N (mg/g) | S (mg/g) | P (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg (mg/g) | K (mg/g) |
|------|----------|--------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2005 | Hojas | 2.210 | 53,16 | 6,45 | 0,61 | 0,74 | 6,19 | 2,18 | 1,65 |
| | Ramillas | 256 | 52,89 | 6,89 | 0,68 | 0,40 | 12,33 | 1,74 | 1,40 |
| | Otras | 710 | 52,05 | 10,86 | 0,88 | 1,33 | 7,87 | 1,48 | 4,69 |
| 2006 | Hojas | 1.257 | 53,33 | 6,40 | 0,81 | 0,79 | 5,81 | 2,10 | 1,83 |
| | Ramillas | 820 | 52,22 | 7,87 | 0,87 | 0,59 | 14,38 | 1,36 | 1,49 |
| | Otras | 867 | 51,50 | 10,83 | 1,14 | 1,41 | 10,95 | 1,66 | 5,53 |
| 2007 | Hojas | 2.100 | 55,59 | 5,96 | 0,84 | 0,73 | 5,51 | 3,10 | 1,64 |
| | Ramillas | 49 | 53,99 | 8,01 | 0,96 | 0,41 | 7,29 | 8,13 | 0,82 |
| | Otras | 1.630 | 54,15 | 10,84 | 1,11 | 1,96 | 7,03 | 3,39 | 2,83 |
| 2008 | Hojas | 1.924 | 54,70 | 5,08 | 0,85 | 0,69 | 6,79 | 1,92 | 1,31 |
| | Ramillas | 254 | 54,38 | 6,11 | 0,85 | 0,38 | 14,69 | 1,65 | 0,82 |
| | Otras | 1.550 | 52,76 | 9,92 | 1,12 | 0,77 | 8,92 | 1,30 | 2,68 |
| 2009 | Hojas | 1.670 | 53,89 | 4,00 | 0,96 | 0,57 | 5,98 | 1,92 | 1,25 |
| | Ramillas | 115 | 52,32 | 6,73 | 0,84 | 0,26 | 11,90 | 0,76 | 0,53 |
| | Otras | 1.090 | 52,75 | 9,36 | 1,18 | 0,92 | 8,16 | 1,27 | 4,15 |
| 2010 | Hojas | 2.490 | 53,46 | 4,92 | 0,79 | 0,60 | 5,96 | 1,93 | 1,17 |

| Año | Fracción | Peso (kg/ha) | C (%) | N (mg/g) | S (mg/g) | P (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg (mg/g) | K (mg/g) |
|-------|----------|--------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| | Ramillas | 1.080 | 52,59 | 5,62 | 0,64 | 0,27 | 8,15 | 0,82 | 0,70 |
| | Otras | 850 | 52,29 | 9,03 | 1,06 | 1,22 | 8,55 | 1,60 | 6,27 |
| 2011 | Hojas | 1.790 | 53,84 | 5,10 | 0,86 | 0,66 | 5,14 | 2,90 | 1,46 |
| | Ramillas | 779 | 52,72 | 6,94 | 0,80 | 0,42 | 8,24 | 5,31 | 1,03 |
| | Otras | 973 | 52,28 | 9,97 | 1,08 | 1,12 | 7,82 | 3,36 | 3,84 |
| 2012 | Hojas | 554 | 53,73 | 5,31 | 0,94 | 0,66 | 5,53 | 2,20 | 1,42 |
| | Ramillas | 632 | 52,43 | 6,59 | 0,78 | 0,33 | 8,51 | 3,49 | 0,80 |
| | Otras | 650 | 52,54 | 9,47 | 1,09 | 0,86 | 8,10 | 1,77 | 3,21 |
| 2014 | Hojas | 2.179 | 52,19 | 3,42 | 0,74 | 0,55 | 6,96 | 2,25 | 0,93 |
| | Ramillas | 247 | | | | | | | |
| | Otras | 635 | | | | | | | |
| 2015 | Hojas | 1.371 | 52,24 | 4,05 | 0,62 | 0,54 | 6,62 | 2,13 | 0,78 |
| | Ramillas | 251 | | | | | | | |
| | Otras | 1.037 | 50,58 | 8,93 | 0,59 | 0,63 | 4,64 | 0,90 | 2,54 |
| 2016 | Hojas | 2.020 | 52,71 | 4,20 | 0,73 | 0,61 | 6,70 | 2,07 | 1,37 |
| | Ramillas | 211 | | | | | | | |
| | Otras | 829 | 49,43 | 10,37 | 1,34 | 1,06 | 6,29 | 1,15 | 4,77 |
| Media | Hojas | 1.779 | 53,53 | 4,99 | 0,80 | 0,65 | 6,11 | 2,24 | 1,35 |
| | Ramillas | 427 | 52,94 | 6,84 | 0,80 | 0,38 | 10,69 | 2,91 | 0,95 |
| | Otras | 984 | 52,03 | 9,96 | 1,06 | 1,13 | 7,83 | 1,79 | 4,05 |

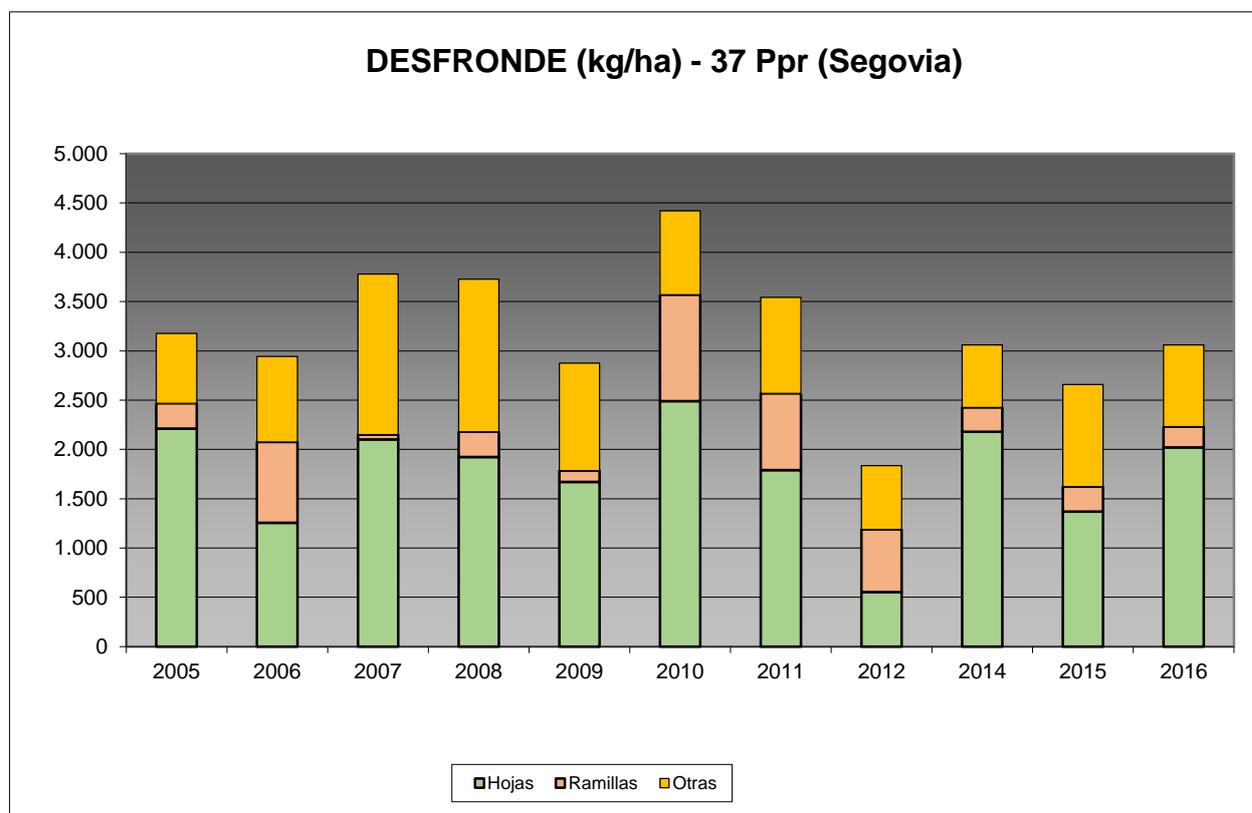


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 3.000-4.000 kg/ha, con un ligero aumento durante la última campaña; suponiendo la aportación de ramillas de menos de 2 cm una fracción que se ha reducido considerablemente a lo largo de los tres últimos años mientras que la fracción correspondiente a las acículas ha disminuido y con contenidos de C de este tipo de aportes rondando el 50%, lo que puede ser de importancia en la fijación de CO₂ de este tipo de ecosistemas.

9. Fenología.

La fenología estudia la relación entre los fenómenos climáticos y las características morfológicas del desarrollo anual de los vegetales. Tras las observaciones de series anuales suficientemente representativas, puede obtenerse una valiosa información sobre la respuesta de la vegetación frente a variaciones climáticas, acrecentar el papel de las especies forestales como bioindicadoras y explicar el estado actual de la vegetación. El conocimiento de las fases fenológicas del arbolado es también una importante herramienta de gestión fitosanitaria de las masas forestales, pues el ciclo biológico y la capacidad de daño de buena parte de las plagas forestales van ligadas al desarrollo de una determinada fase, particularmente en el caso de los insectos defoliadores. Los cambios fenológicos en la vegetación juegan además un importante papel en la modelación del paisaje.

La evaluación fenológica se hace sobre 20 árboles de la parcela, seleccionando de entre aquellos de las clases dominante o codominante y preferentemente con buena visibilidad de copa; siempre desde una posición fija para evitar sesgos de observación; quincenalmente desde 1999 hasta 2010 y de forma mensual a partir de entonces.

La evaluación de las distintas fases fenológicas ha experimentado sucesivos cambios metodológicos a lo largo de la serie histórica de estudio, resultando de entre ellas, las más significativas y coherentes la aparición de hoja y la floración; siempre haciendo la salvedad de que se ha considerado que una fase comenzaba cuando lo hacía el 50% de la población muestra.

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la parcela 37Ppr, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

TABLA 25: Resultados de la evaluación fenológica. Comienzo, final y amplitud de la fase. Días desde el 1 de enero hasta el comienzo de fase. Temperatura acumulada (grados-día) hasta el inicio de fase.

| Año | Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población | | | | | Floración ≥ 50% Población | | | | |
|------|--|-------------|--------|------------------|---------------------|---------------------------|-------------|--------|------------------|---------------------|
| | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°Cdía) | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°Cdía) |
| 1999 | 06/07/99 | 02/08/99 | 27 | 186 | 1665 | 27/04/99 | 02/08/99 | 97 | 116 | 561 |
| 2000 | 18/05/00 | 13/07/00 | 56 | 138 | 914 | | | | | |
| 2001 | 05/05/01 | 16/07/01 | 72 | 124 | 800 | | | | | |
| 2002 | 13/05/02 | 29/07/02 | 77 | 132 | 864 | | | | | |
| 2003 | 19/05/03 | 16/06/03 | 28 | 138 | 902 | | | | | |
| 2004 | 17/06/04 | 01/07/04 | 15 | 168 | 1292 | 01/06/04 | 01/07/04 | 30 | 152 | 993 |
| 2005 | 30/05/05 | 11/08/05 | 73 | 149 | 931 | 09/05/05 | 30/05/05 | 21 | 128 | 627 |
| 2006 | 01/06/06 | 31/07/06 | 60 | 151 | 1115 | 04/05/06 | 15/05/06 | 11 | 123 | 682 |
| 2007 | 17/05/07 | 03/08/07 | 78 | 136 | 1084 | 04/05/07 | 17/05/07 | 13 | 123 | 903 |
| 2008 | 24/06/08 | 26/08/08 | 63 | 175 | 1830 | 27/05/08 | 11/06/08 | 15 | 147 | 1366 |

| Año | Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población | | | | | Floración ≥ 50% Población | | | | |
|-------|--|-------------|--------|------------------|---------------------|---------------------------|-------------|--------|------------------|---------------------|
| | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°Cdía) | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°Cdía) |
| 2009 | 15/06/09 | 04/08/09 | 50 | 165 | 1300 | 12/05/09 | 15/06/09 | 34 | 131 | 757 |
| 2010 | 15/06/10 | 29/06/10 | 14 | 165 | 1259 | 25/05/10 | 15/06/10 | 21 | 144 | 917 |
| 2011 | 23/05/11 | 27/06/11 | 35 | 142 | 1170 | 27/04/11 | 23/05/11 | 26 | 116 | 790 |
| 2012 | 28/05/12 | 25/06/12 | 28 | 148 | 983 | 28/05/12 | 25/06/12 | 28 | 148 | 893 |
| 2014 | 30/05/14 | 30/06/14 | 31 | 149 | 1402 | 28/04/14 | 30/05/14 | 32 | 117 | 1074 |
| 2015 | 25/05/15 | 25/06/15 | 31 | 144 | 935 | 25/05/15 | 25/06/15 | 31 | 144 | 935 |
| 2016 | 06/06/16 | 01/07/16 | 25 | 157 | 587 | 06/06/16 | 01/07/16 | 25 | 157 | 587 |
| Media | | | 45 | 151 | 1120 | | | 30 | 134 | 853 |

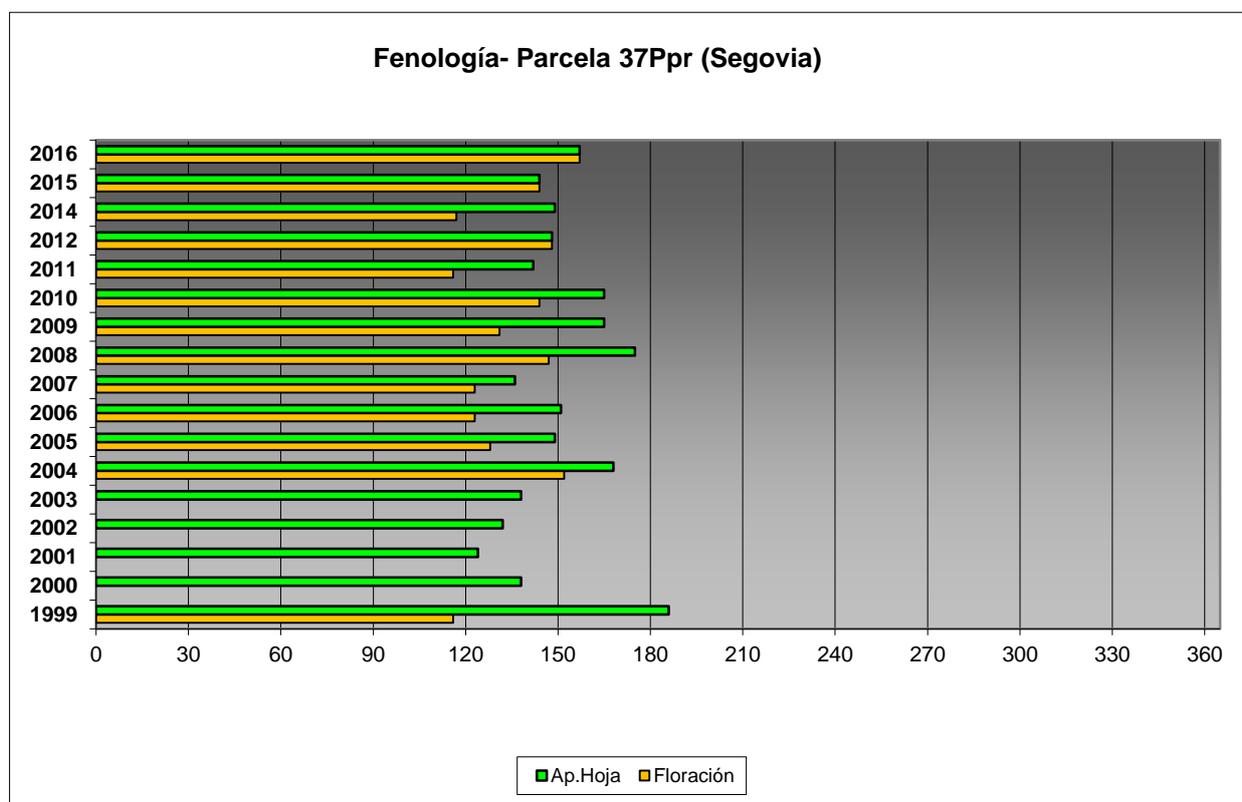


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, y como suele ocurrir en los pinos, la floración precede en la mayoría de los casos a la aparición de las acículas de la nueva metida, registrándose un cierto retraso en la serie 2007-2010 en torno al mes de junio y un cierto adelantamiento de los ciclos a lo largo de los últimos años, cuando la actividad vegetativa se concentró en el mes de mayo.



FIG 23: Elongación metida y aparición acícula sobre la floración (mayo). Despliegamiento de la acícula y comienzo de la caída de los conos (junio)

10. Cintas diamétricas.

Como se ha indicado anteriormente, las parcelas van dotadas de dendrómetros en continuo, 5 instalados en 1999 ampliados a 15 en 2010, de quienes se ha tomado la medida de forma quincenal hasta 2009 y mensualmente a partir de 2010.

Para cada una de las cintas instaladas y año de observación se ha obtenido el crecimiento medio, mediante diferencia entre los valores máximos y mínimos anuales –expresado en datos absolutos y en porcentaje sobre el diámetro mínimo- junto con la oscilación o diferencia entre el diámetro en enero y diciembre de cada año, en idénticos términos que el parámetro anterior; y que no tiene necesariamente que coincidir, debido a movimientos de expansión y contracción del tronco ligados al flujo o parón de la savia.

TABLA 26: Valor medio dendrómetros. Crecimiento medio: diferencia en cm y porcentaje entre el máximo y mínimo del año. Oscilación media: diferencia y porcentaje entre los valores de enero y diciembre (o comienzo/fin de año en años incompletos)

| AÑO | Crecimiento medio (cm) | Crecimiento medio (%) | Oscilación media (cm) | Oscilación media (%) |
|------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1999 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,05 |
| 2000 | 0,68 | 1,82 | 0,68 | 0,48 |
| 2001 | 0,46 | 1,21 | 0,46 | 1,13 |
| 2002 | 0,44 | 1,15 | 0,44 | 1,15 |
| 2003 | 0,69 | 1,78 | 0,69 | 1,08 |
| 2004 | 0,70 | 1,78 | 0,70 | 0,84 |
| 2005 | 0,25 | 0,63 | 0,25 | 0,53 |
| 2006 | 0,31 | 0,78 | 0,31 | 0,78 |
| 2007 | 0,62 | 1,55 | 0,62 | 1,27 |
| 2008 | 0,37 | 0,91 | 0,37 | 0,37 |
| 2009 | 0,88 | 2,19 | 0,88 | 0,00 |
| 2010 | 0,41 | 0,93 | 0,41 | 0,74 |
| 2011 | 0,25 | 0,55 | 0,25 | 0,44 |

| AÑO | Crecimiento medio (cm) | Crecimiento medio (%) | Oscilación media (cm) | Oscilación media (%) |
|-------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 2014 | 0,16 | 0,40 | 0,16 | 0,29 |
| 2015 | 0,19 | 0,53 | 0,19 | 0,43 |
| 2016 | 0,29 | 0,80 | 0,29 | 0,80 |
| Media | 0,42 | 1,07 | 0,42 | 0,65 |

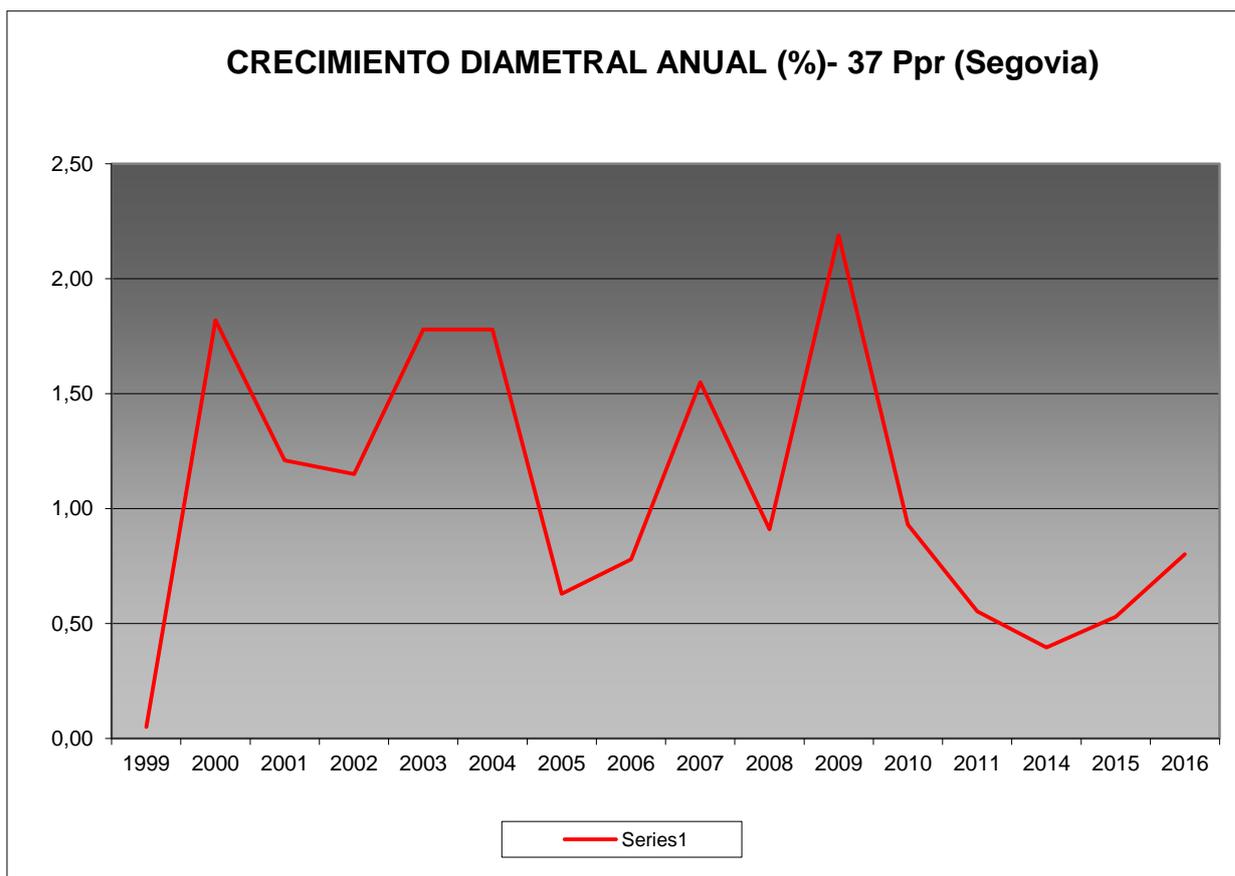


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

Como puede verse en el gráfico anterior, el crecimiento diamétrico anual en la parcela considerada ha oscilado, excepción hecha del primer año de evaluación, entre el 0,63% de 2005 y el 2,19% de 2009, situándose por regla general en valores ligeramente superiores al 1% anual y un incremento ligero a lo largo de los dos últimos años. Cabe hacer constar que esta parcela está en aprovechamiento resinero, por lo que la apertura de las caras de resinación puede influir considerablemente en el comportamiento del parámetro.

11. Meteorología.

Se presenta a continuación un resumen de las principales variables meteorológicas recogidas en la estación de la parcela, de los datos disponibles en el sistema en el momento de la redacción del presente informe. Cabe hacer constar, por lo que se refiere a la meteorología, que los datos correspondientes a 2012 abarcan sólo el periodo enero-julio.

TABLA 27: Parámetros meteorológicos básicos. Precipitación anual. Temperatura media anual, máxima de las máximas, mínima de las mínimas, media de las máximas, media de las mínimas. Radiación solar media. Humedad relativa media. Velocidad del viento media y máxima.

| Año | Prec | T med | T MAX | T MIN | T max | T min | Rad med | HR med | V viento med | V viento max |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|--------|--------------|--------------|
| | (mm) | (°C) | | | | | (W/m ²) | (%) | (m/s) | |
| 1997 | 441 | | | | | | | | | |
| 1998 | 367 | | | | | | | | | |
| 1999 | 364 | 10,6 | 37,3 | -11,9 | 18,6 | 3,1 | 172,6 | 70,5 | 1,4 | 21,6 |
| 2000 | 426 | 8,5 | 36,8 | -10,8 | 15,3 | 2,1 | 123,9 | 78,8 | 1,4 | 21,6 |
| 2001 | 405 | 10,8 | 37,5 | -18,4 | 19,1 | 3,1 | 191,6 | 69,8 | 1,3 | 22,3 |
| 2002 | 423 | 11,2 | 37,5 | -9,9 | 18,8 | 3,8 | 180,3 | 70,1 | 1,4 | 17,8 |
| 2003 | 537 | 11,2 | 37,5 | -9,9 | 18,8 | 3,8 | 180,3 | 70,1 | 1,4 | 17,8 |
| 2004 | 401 | 10,5 | 36,8 | -11,3 | 18,4 | 3,0 | | 67,6 | 1,5 | 17,5 |
| 2005 | 241 | 10,6 | 37,7 | -13,7 | 19,2 | 2,2 | | 66,2 | 1,5 | 18,6 |
| 2006 | 504 | 11,9 | 37,8 | -14,2 | 19,7 | 2,3 | 199,2 | 69,2 | 1,6 | 22,3 |
| 2007 | 509 | 11,8 | 38,1 | -18,1 | 18,4 | -3,2 | | 67,5 | 1,6 | |
| 2008 | 614 | 11,4 | 36,8 | -18,4 | 17,9 | -3,0 | 249,6 | 62,6 | 1,5 | 32,7 |
| 2009 | 367 | 11,4 | 36,5 | -19,5 | 19,8 | 2,5 | 234,2 | 56,8 | 1,4 | 20,8 |
| 2010 | 617 | 11,2 | 36,5 | -16,9 | 19,0 | 2,5 | | 61,0 | 1,3 | 19,7 |
| 2011 | 309 | 11,7 | 37,4 | -12,1 | 20,0 | 2,8 | 198,6 | 59,5 | 1,3 | 20,1 |
| 2012 | 193 | 9,9 | 38,1 | -7,3 | 17,7 | 1,2 | 214,1 | 73,6 | 1,4 | 16,7 |
| 2014 | 314 | 12,5 | 37,2 | -9,9 | 19,2 | 4,0 | 238,5 | 67,7 | 1,5 | 20,5 |
| 2015 | 304 | 10,9 | 38,8 | -11,7 | 19,3 | 2,9 | 189,3 | 69,4 | 1,2 | 22,7 |
| 2016 | 537 | 8,9 | 38,0 | -12,0 | 16,7 | 0,1 | 193,2 | 80,5 | 1,3 | 20,5 |
| Media | 414 | 10,9 | 37,4 | -13,3 | 18,6 | 2,0 | 197,3 | 68,3 | 1,4 | 20,8 |

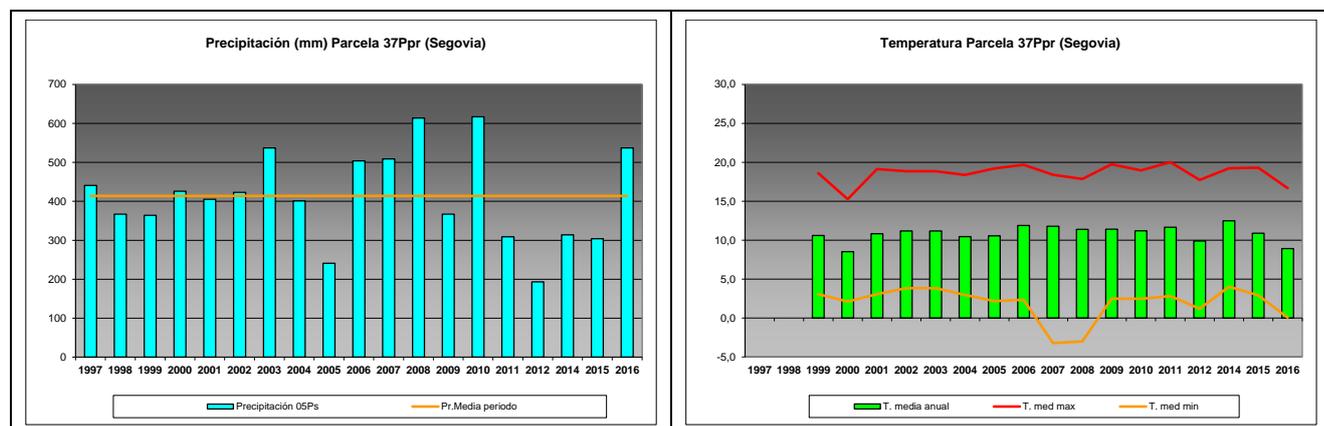


FIG 25: Principales variables meteorológicas.

Siguiendo la metodología publicada por ICP-Forests, se adjuntan a continuación varios parámetros definitorios de estrés climático, relativos a temperatura y precipitación, si bien cabe hacer constar que no todas las series meteorológicas están disponibles o completas.

TABLA 28: Parámetros de estrés meteorológico. DT: número de días con una temperatura máxima del aire superior a 30°C. DH: número de días con una temperatura máxima del aire inferior a 0°C. PMAX5: precipitación máxima acumulada a lo largo de 5 días durante el invierno (1 de enero a 28 de febrero y 1 de octubre a 31 de diciembre). PPES: días con una precipitación de más de 20 mm durante el periodo vegetativo (1 de mayo a 31 de agosto). NOPREC: número de días seguidos sin precipitación durante el periodo vegetativo (1 de mayo a 31 de agosto).

| Año | DT | DH | PMAX5 | | PPES | NOPREC | |
|------|------|------|-------|---------------|------|--------|---------------|
| | días | Días | mm | Intervalo | Días | Días | Intervalo |
| 2000 | 8 | 0 | 20,9 | 05/12 a 09/12 | 0 | 19 | 13/07 a 31/07 |
| 2001 | 47 | 0 | 36,6 | 02/01 a 06/01 | 0 | 21 | 11/06 a 01/07 |
| 2002 | 41 | 0 | 30,7 | 19/11 a 23/11 | 0 | 20 | 09/06 a 28/06 |
| 2003 | | | | | | | |
| 2004 | 46 | 0 | 22,1 | 28/11 a 02/12 | 0 | 15 | 21/06 a 05/07 |
| 2005 | 63 | 2 | 54,2 | 28/10 a 01/11 | 0 | 43 | 28/06 a 09/08 |
| 2006 | 64 | 0 | 56,9 | 19/10 a 23/10 | 1 | 28 | 20/07 a 16/08 |
| 2007 | 23 | 1 | 48,7 | 01/10 a 05/10 | 1 | 18 | 06/08 a 23/08 |
| 2008 | 36 | 2 | 130,5 | 27/12 a 31/12 | 0 | | |
| 2009 | 56 | 2 | 25,8 | 20/10 a 24/10 | 0 | 21 | 30/06 a 22/07 |
| 2010 | 53 | 1 | 27,3 | 02/01 a 06/01 | 0 | 21 | 11/08 a 31/08 |
| 2011 | 43 | 0 | 22,0 | 06/11 a 10/11 | 1 | 32 | 10/06 a 11/07 |
| 2012 | | | | | | | |
| 2013 | | | | | | | |
| 2014 | 33 | 0 | 45,6 | 09/10 a 13/10 | 1 | 24 | 31/05 a 23/06 |
| 2015 | 64 | 0 | 22,0 | 29/01 a 02/02 | 0 | 32 | 05/05 a 05/06 |
| 2016 | 65 | 4 | 66,5 | 01/01 a 05/01 | 0 | 27 | 30/07 a 25/08 |

12. Índice de Área Foliar.

El Índice de Área Foliar (Leaf Area Index o LAI) es un parámetro adimensional que se define como el área total de la superficie superior de las hojas por área de unidad de terreno que se encuentre directamente debajo de la planta. El LAI permite estimar la capacidad fotosintética de la vegetación y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales imperantes en una región determinada.

Su medición se efectúa anualmente en época de máxima foliación (generalmente a lo largo del verano) en todas las parcelas, y adicionalmente en invierno en aquellas pobladas por frondosas, mediante fotografía hemisférica situada en 16 ubicaciones fijas en cada parcela siguiendo una cuadrícula preestablecida, tratada posteriormente mediante software específico. Las evaluaciones han quedado normalizadas a partir de 2014, incluyéndose en el presente informe los datos disponibles a partir de dicha fecha, con la salvedad de haber corregido por un algoritmo más exacto a partir de 2016, de acuerdo con las actualizaciones del manual, a lo que pueden atribuirse parte de las variaciones interanuales.

TABLA 29: Índice de Área Foliar (LAI) por punto de observación y año.

| SITIO | 2014 | 2015 | 2016 | Media |
|-------|------|------|------|-------|
| S-01 | 1,19 | 4,40 | 1,23 | 2,27 |
| S-02 | 1,36 | 4,55 | 1,35 | 2,42 |
| S-03 | 1,26 | 2,61 | 1,26 | 1,71 |
| S-04 | 1,30 | 2,39 | 1,27 | 1,65 |
| S-05 | 1,05 | 2,06 | 1,14 | 1,42 |
| S-06 | 1,24 | 1,77 | 1,25 | 1,42 |
| S-07 | 1,27 | 1,92 | 1,35 | 1,51 |

| SITIO | 2014 | 2015 | 2016 | Media |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S-08 | 1,34 | 1,59 | 1,32 | 1,42 |
| S-09 | 1,39 | 1,41 | 1,38 | 1,39 |
| S-10 | 1,32 | 1,46 | 1,36 | 1,38 |
| S-11 | 1,40 | 1,39 | 1,20 | 1,33 |
| S-12 | 1,00 | 1,05 | 1,07 | 1,04 |
| S-13 | 0,84 | 1,08 | 0,96 | 0,96 |
| S-14 | 1,07 | 0,98 | 1,02 | 1,02 |
| S-15 | 1,40 | 1,05 | 1,13 | 1,19 |
| S-16 | 3,74 | 0,98 | 1,25 | 1,99 |
| Media | 1,39 | 1,92 | 1,22 | 1,51 |

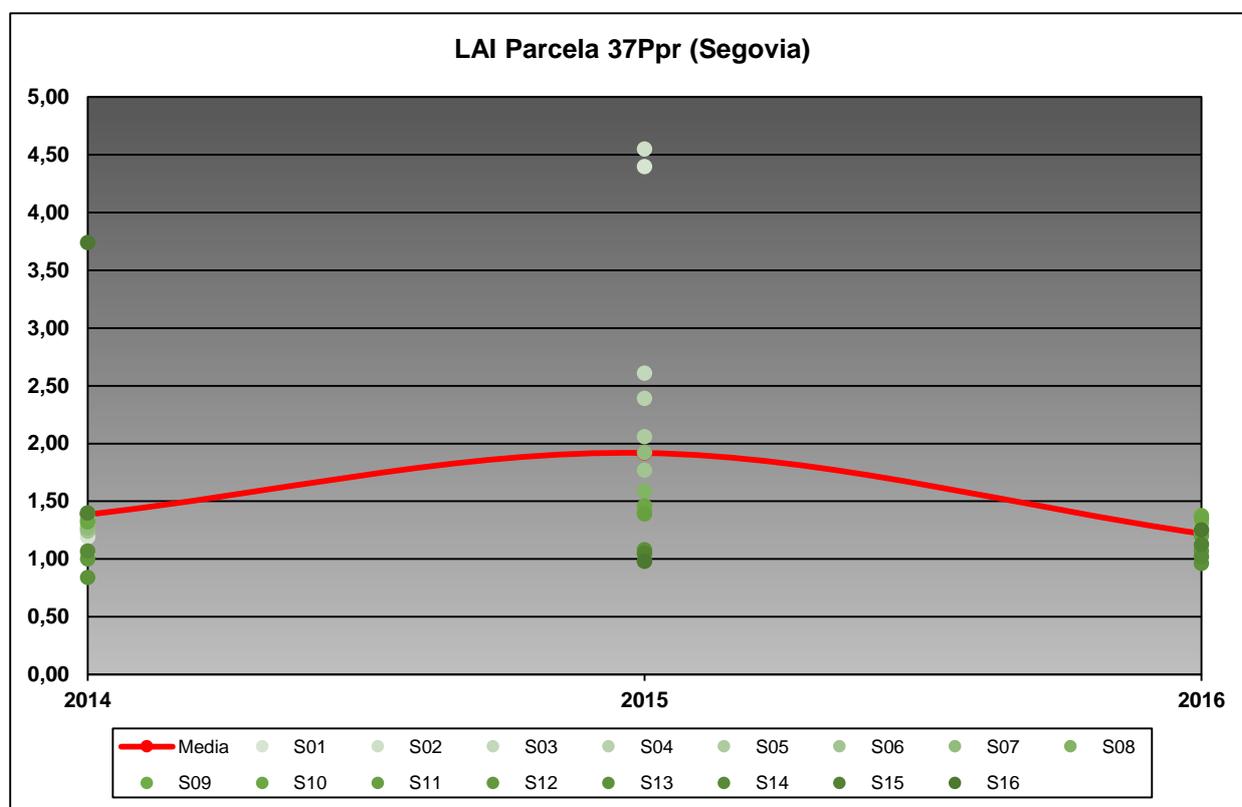


FIG 26: LAI puntos de observación y media de la parcela.

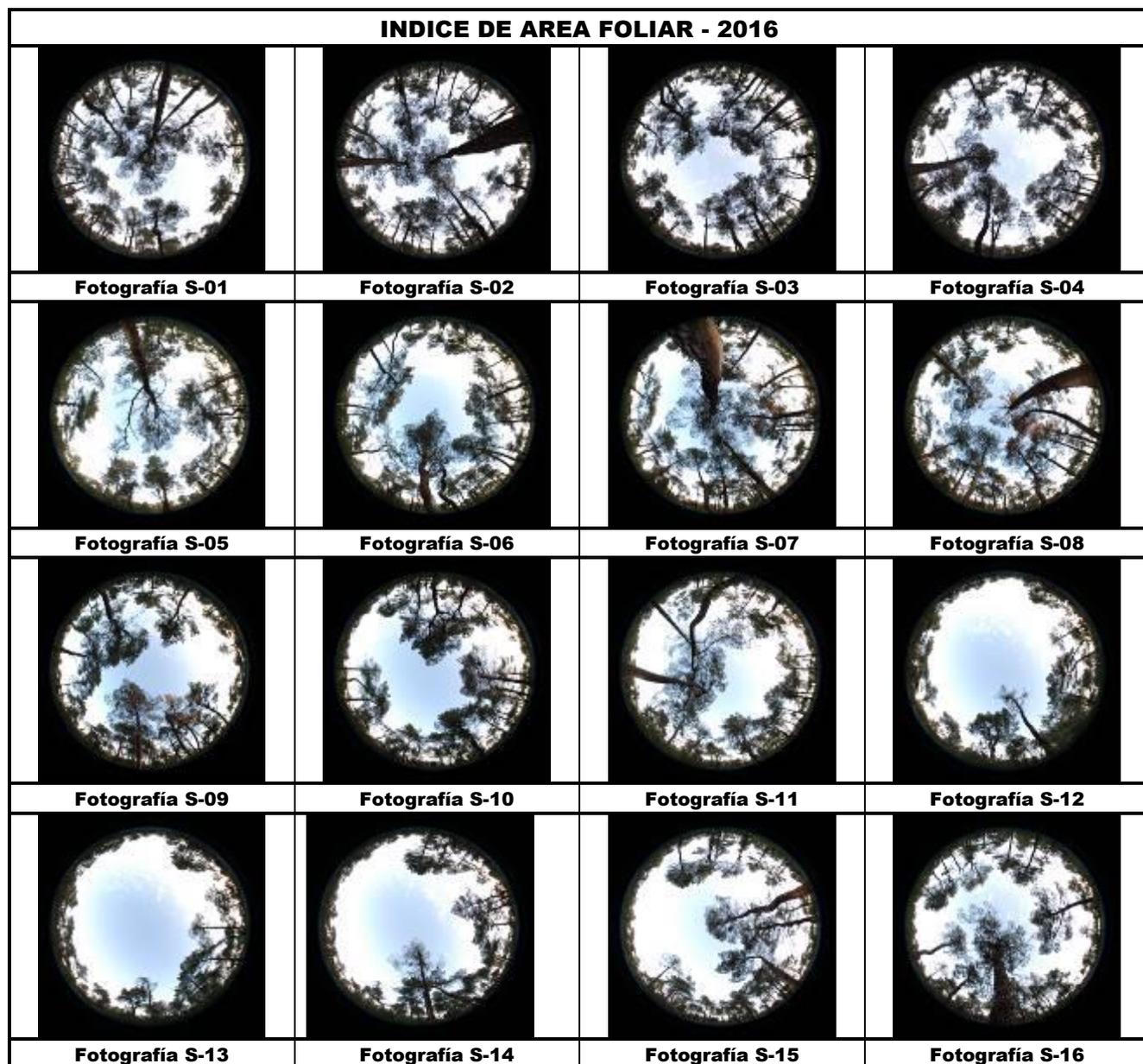


FIG 27: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.